Über die

Wirkung der Theebestandtheile

auf körperliche und geistige Arbeit.

Von

August Hoch und **Emil Kraepelin**
Arzt am Mc Lean Hospital, Waverly, Mass. Professor der Psychiatrie in Heidelberg.

Mit 8 Figuren im Text.

Leipzig
Wilhelm Engelmann
1895.

Ueber die Wirkung der Theebestandtheile auf körperliche und geistige Arbeit.

Von

August Hoch und **Emil Kraepelin.**

Mit 8 Figuren im Text.

Unsere Kenntnisse über die Theewirkung auf Muskel und Gehirn leiden bisher an dem wesentlichen Mangel, dass die vorliegenden Versuchsergebnisse nicht auf einen einzigen, bestimmten Stoff zurückgeführt werden können. Allerdings ist neben der eigentlichen Theewirkung wiederholt auch die Beeinflussung der Muskelarbeit und einfacher geistiger Thätigkeit durch das Coffeïn gesondert untersucht worden. Dabei hat sich ergeben, dass diesem letzteren Stoffe zweifellos ein sehr wesentlicher Theil der Theewirkung zugeschrieben werden muss. Dennoch aber blieb die Frage offen, ob und welche besonderen Eigenschaften etwa den weiteren Bestandtheilen des Thees zukommen, namentlich den ätherischen Oelen, die den Werth des Thees so maßgebend mit bestimmen. Die Entscheidung dieser Frage hat neben ihrer wissenschaftlichen noch eine sehr einleuchtende praktische Bedeutung. Nach den bisher vorliegenden Untersuchungen bewirkt der Thee eine erhebliche Verbesserung der körperlichen und mancher geistigen Arbeitsleistung. Da es im täglichen Leben Verhältnisse genug gibt, in denen eine künstliche Steigerung der Leistungsfähigkeit nach dieser oder jener Richtung hin außerordentlich erwünscht ist, so wird es nicht gleichgültig sein, ob dieses Ziel durch das Coffeïn allein oder nur durch den Thee erreicht werden kann. Haben wir im Coffeïn den allein

wirksamen Bestandtheil des Thees vor uns, so werden wir diesen letzteren überall dort durch jenes erstere vollkommen ersetzen können, wo es uns nur auf die eigentlichen Arzneiwirkungen, nicht aber auf die sonstigen Nebeneigenschaften, insbesondere den Wohlgeschmack, ankommt.

Zur Lösung der gestellten Aufgabe war es demnach nothwendig, vergleichende Untersuchungen über die Wirkung der beiden Hauptbestandtheile des Thees durchzuführen, des Coffeïns einerseits, der ätherischen Oele andererseits. Die letzteren wurden uns in liebenswürdigster Weise von der Firma Friedrich Bayer & Co. in Elberfeld geliefert. Man hatte sie dort aus 1000 g desselben gelben, aus Moskau bezogenen Thees gewonnen, dessen Dehio und Kraepelin sich in Dorpat zu ihren Versuchen bedient hatten. Die Oelausbeute betrug etwa 0,3%. Dieselbe wurde mit 200 g Zucker verrieben und in dieser Form genommen. Jedes Gramm dieser Verreibung enthielt also 0,015 g des Oelgemisches und entsprach 5 g Thee. Außer dem Coffeïn und dem Theeöl, wie jenes Gemisch genannt werden soll, wurde noch der Paraguaythee, die Blätter von Ilex paraguayensis, zum Vergleiche herangezogen, von dem wir uns eine größere Menge aus Argentinien verschafft hatten. Er wird dort bekanntlich unter dem Namen Maté in außerordentlichen Mengen als Volksgetränk genossen. Mit allen diesen Stoffen wurden in wechselnder Reihenfolge die gleichen Versuche angestellt; dazwischen lagen außerdem zahlreiche Normalversuche, welche das Verhalten der Leistungsfähigkeit ohne jede Arzneieinwirkung zeigen sollten.

Als Prüfungsarbeiten wurden einmal die Muskelleistung, dann aber das Addiren gewählt. Es kam eben darauf an, die Beeinflussung der körperlichen und der geistigen Arbeit je an einer Thätigkeit zu untersuchen, deren Verhalten unter der Theewirkung bereits anderweitig bekannt war. Für das Addiren lagen außer den Versuchen von Dehio[1]), die sich allerdings nur auf chronoskopische Messungen erstrecken, die zahlreichen Erfahrungen Kraepelin's[2])

1) H. Dehio, Untersuchungen über den Einfluss des Coffeïns und Thees auf die Dauer einfacher psychischer Vorgänge. Dissertation, Dorpat 1887.

2) Ueber die Beeinflussung einfacher psychischer Vorgänge durch einige Arzneimittel. Jena 1892, S. 107 ff.

vor, der auch die einzigen, bisher bekannten Untersuchungen über den Einfluss des Thees auf die Muskelkraft[1]) durchgeführt hat.

Diese zuletzt erwähnten Versuche waren in der Weise angestellt worden, dass bei Gelegenheit umfangreicher Associationsversuche mit Zeitmessungen zwischen je zwei Beobachtungen ein möglichst kräftiger Druck auf ein gewöhnliches Federdynamometer ausgeübt wurde. Da die einzelnen Tage bald unter dem Einflusse des Thees, bald unter demjenigen des Alkohols standen, bald endlich von jeder derartigen Einwirkung frei blieben, so ließ sich die Theewirkung aus dem Vergleiche der Theetage mit den übrigen Tagen ohne Schwierigkeit erkennen. Das Ergebniss war eine deutliche und bei 5 g gelben Thees mindestens eine Stunde andauernde Steigerung der Dynamometerwerthe. Ganz Aehnliches hatten De Sarlo und Bernardini[2]) für den Kaffee gefunden.

1. Ergographenversuche.

a. Der Ergograph.

Zur Vervollkommnung des immerhin ziemlich ungenauen Dynamometerverfahrens sollte bei unseren Versuchen der Mosso'sche Ergograph in Anwendung gezogen werden. Das Laboratorium der Psychiatrischen Klinik besaß einen Originalapparat aus Turin. Bei den mit ihm angestellten Proben hatten sich jedoch an demselben eine Reihe von Uebelständen bemerkbar gemacht, welche uns zu verschiedenen Aenderungen an dem Apparate veranlassten, so dass mehrere Monate vergingen, bevor wir mit den eigentlichen Versuchen beginnen konnten.

Vor Allem hatte sich gezeigt, dass die Fixirung der Hand und der einzelnen Finger bei dem Mosso'schen Modell[3]) ungenügend ist. Bei starker Ermüdung macht sich der Versuchsperson unwillkürlich das Bestreben geltend, in irgend einer Weise noch die

---

1) Ueber die Beeinflussung einfacher psychischer Vorgänge durch einige Arzneimittel. Jena, 1892, S. 143 ff.

2) Rivista sperimentale di freniatria, XVIII, 1.

3) Vgl. die Beschreibung, Archiv f. Anatomie und Physiologie, 1890, S. 90 ff. und Mosso, Die Ermüdung, deutsch v. Glinzer, S. 89 ff.

Fortsetzung der Arbeitsleistung zu erzwingen. Das kann auf sehr verschiedenen Wegen erreichtwerden. Zunächst wird die Hebung des Gewichtes durch Zurückziehen der Schulter erleichtert. Dabei bewegt sich der Ellbogen nach rückwärts, was durch die Einklemmung des Armes zwischen Kissen zwar erschwert, aber keineswegs unmöglich gemacht wird. Eine weitere Erleichterung der geforderten Arbeit wird durch die Bewegungen des Handgelenkes bewirkt, nachdem diejenigen des Ellbogengelenkes durch die Sicherung des Unterarms so gut wie ausgeschlossen erscheinen. Sowohl Beugung wie seitliche Bewegungen des Handgelenkes, die beide beim Mosso'schen Apparate in nicht ganz engen Grenzen ausführbar sind, vergrößern die gemessene Hubhöhe des Gewichtes. Aehnliches gilt von den Bewegungen im Fingergrundgelenke. Auch hier ist außer der Beugung noch die seitliche Bewegung möglich, die zweifellos einen gewissen Einfluss auf das Ergebniss gewinnen kann. Endlich aber hat die von Mosso in Anwendung gezogene Lederschleife, die sich um das Endglied des Mittelfingers legen soll, den schwerwiegenden Nachtheil, dass sie sich ungemein leicht verschiebt und abgleitet.

Der Einfluss dieser Unvollkommenheiten ließ sich schon bei den ersten von uns angestellten Versuchen sehr deutlich erkennen. Die einzelnen Hebungen waren keineswegs gleichwerthig. Vielmehr war die Versuchsperson, namentlich mit dem Eintritte stärkerer Ermüdung, bemüht, immer neue Muskelgruppen zur Erreichung einer möglichst hohen Arbeitsleistung heranzuziehen und inzwischen die ermüdeten Muskeln sich erholen zu lassen. Alle die verschiedenen, hier erwähnten Hülfsbewegungen wurden schließlich in größerem oder geringerem Umfange mit ins Feld geführt. Selbst der bestimmte Wunsch, solche Fehler zu vermeiden, erwies sich bisweilen als ohnmächtig gegenüber dem Streben nach vollster Ausnutzung der Muskelkraft. So kam es denn vor, dass bei anscheinend hochgradigster Ermüdung plötzlich und unvermuthet ganz annehmbare Curven gezeichnet wurden, indem eben eine kleine Drehung der Hand, ein unbedeutendes Zurückziehen des Armes oder eine ähnliche Aenderung irgend welche noch nicht ermüdete oder bereits wieder ausgeruhte Muskeln in Thätigkeit setzte. Wir wollen nicht in Abrede stellen, dass sich dieser Fehler durch große Uebung und

strengste Selbstzucht allmählich verringern oder vielleicht sogar völlig beseitigen lässt. Dennoch ist die Unsicherheit, welche den Ergebnissen der Ergographenversuche anhaftet, für alle länger ausgedehnten Versuche, die mit den höchsten Graden der Ermüdung rechnen, außerordentlich störend.

Gegenüber diesem Hauptfehler des Mosso'schen Modells fällt verhältnissmäßig wenig der Umstand ins Gewicht, dass die hier geforderte supinirte Haltung des Armes eine recht unbequeme und gezwungene ist. Immerhin lässt sich ein gewisser Einfluss der Haltung auf die Versuchsergebnisse schwerlich ganz ausschließen. Auf einige andere kleine Mängel des Apparates, auf die wir erst später aufmerksam geworden sind, soll hier nicht näher eingegangen werden, da sie für den Ausfall der Versuche bedeutungslos sind und thatsächlich erst nach dem Abschlusse dieser Arbeit beseitigt wurden.

Die ersten, etwas entmuthigenden Erfahrungen mit dem Ergographen führten nach und nach zu wesentlichen Umänderungen des Apparates, der nach endlosem Herumprobiren in eine Form gebracht wurde, welche erweisbar zuverlässige Ergebnisse lieferte. Freilich ist auch die jetzige Form noch nicht mehr, als ein vorläufiges Modell, aus dem Herr Mechaniker Runne, der alle Verbesserungen mit größtem Verständnisse ausführte, in nächster Zeit eine endgültige Neugestaltung des ganzen Apparates herausentwickeln wird. Aus diesem Grunde wollen wir uns hier auch darauf beschränken, die vorgenommenen Aenderungen nur in ihren Umrissen zu beschreiben, so weit sie für das Verständniss der Versuchstechnik unentbehrlich sind. Ohne Abbildungen, die sich für ein vorläufiges Modell kaum lohnen würden, wäre zudem das Einzelne schwerlich verständlich.

Unberührt von den Veränderungen blieb bei unseren Versuchen derjenige Theil des Ergographen, der die Schreibvorrichtung und das Gewicht trägt. Dagegen war unser Hauptaugenmerk darauf gerichtet, einmal eine bequemere Lage der Hand, dann aber eine möglichst vollkommene Fixirung sämmtlicher in Betracht kommender Gelenke zu erreichen. Zu diesem Zwecke wurde zunächst die rechte Hand, die wir allein zu den Versuchen benutzten, in bequemster Pronationsstellung auf eine einfache horizontale Platte

gelagert, die auf festen Stützen etwa 10 cm über einem langen Grundbrette angebracht war, welches gleichzeitig die Schreibvorrichtung trug. Die Hand lag mit ihrer Volarfläche derart auf der gepolsterten Platte, dass der vordere Rand dieser letzteren gerade mit dem Fingergrundgelenke abschnitt. Die Finger konnten demnach frei nach unten den Rand der Platte umgreifen. In dieser Lage umfasste der Daumen möglichst fest einen verstellbaren, hervorragenden Messingknopf, welcher sowohl ein Vorschieben der Hand wie eine Seitwärtsbewegung derselben, wenn auch nicht unmöglich machte, so doch erschwerte. Quer über das Handgelenk und ebenso über den Unterarm nahe dem Ellbogen liefen breite Gurten, die durch Schraubenverschlüsse festgeklemmt werden konnten und namentlich Hebungen der Hand oder des Armes unmöglich machten. Auch die seitlichen Bewegungen wurden durch sie nahezu völlig aufgehoben. Am Ellbogen war ein verstellbares Widerlager angebracht, gegen das sich das Olekranon in der Ruhelage anstemmte. Dadurch wurde das Zurückziehen des Unterarmes verhindert, dasjenige der Schulter unwirksam gemacht.

Die bei weitem schwierigste Aufgabe aber war die Fixirung der Finger. Der Daumen war freilich schon durch den erwähnten Knopf genügend gesichert, und den kleinen Finger konnte man füglich sich selbst überlassen; dagegen mussten der Zeige- und der Ringfinger unbedingt vollkommen festgestellt werden. Mosso hat diese Aufgabe bekanntlich dadurch gelöst, dass er beide Finger in Metallhülsen steckte und der Versuchsperson aufgab, stets Fühlung mit den vorderen, verschieblichen Verschlussflächen dieser Hülsen zu behalten. Wir bedienten uns ähnlicher Hülsen, die indessen nicht aus einem geschlossenen Rohre, sondern aus je zwei Halbrinnen bestanden, welche den betreffenden Finger möglichst dicht von vorne und von hinten umschlossen. Diese Halbrinnen, die den herabhängenden Finger ohne Zwang aufnahmen, konnten gegeneinander derart verschoben werden, dass sie sich jeder Fingerdicke vollkommen anpassten. Die beiden fraglichen Finger steckten demnach in ihrer natürlichen Haltung in ganz fest anliegenden, zweitheiligen Hülsen, welche jede Bewegung nach der Seite, nach vorn und nach unten durchaus zuverlässig verhinderten. Nur nach oben hätten sie herausgezogen werden können, was aber durch die Gurte

um das Handgelenk abgeschnitten wurde, außerdem auch auf den Ausfall der Versuche ohne wesentlichen Einfluss gewesen wäre.

Zwischen den beiden Fingerhülsen war Raum für die Bewegung des arbeitenden Mittelfingers gegeben. Da sich die Hülsen nach außen verschieben ließen, konnte dieser Zwischenraum derart abgemessen werden, dass gerade nur der arbeitende Finger für seine Bahn Platz fand. Auf diese Weise war für jenen letzteren eine Art Führung gewonnen, die ihm namentlich in dem Endtheile seiner Bewegung, bei der größten Krümmung, kein seitliches Abweichen gestattete. Das dabei gelegentlich vorkommende leichte Anstreifen an die seitlich begrenzenden Hülsen dürfte kaum als Fehlerquelle in Betracht kommen. Jedenfalls war nun das Eintreten der Interossei für die ermüdeten Fingerbeuger unmöglich. Dass alle erwähnten Theile in jeder beliebigen Stellung fixirt werden konnten, ist zwar schon mehrfach angedeutet worden, soll aber nochmals ausdrücklich wiederholt werden. Der Apparat war dadurch für Arme, Hände und Finger von jeder Länge und Dicke verwendbar.

Ganz dringend war endlich eine Verbesserung der Verbindung zwischen dem Arbeitsfinger und der Schreibevorrichtung. Bei dem Mosso'schen Modell konnte die Hubbewegung zum mindesten in zwei verschiedenen Gelenken geschehen, im Fingergrundgelenke und im ersten Interphalangealgelenke. Ja, es war sogar denkbar, dass auch noch die Krümmung des letzten Fingergliedes einen gewissen Einfluss auf das Arbeitsergebniss ausüben konnte. Um diese Fehler zu vermeiden, wurde es nothwendig, die Bewegung auf ein einziges Gelenk zu beschränken, da nur dann die Sicherheit geboten war, dass auch stets die gleichen Muskeln ausschließlich die geforderte Arbeit verrichteten. Als brauchbarstes Gelenk bot sich ohne weiteres das Fingergrundgelenk dar. Wir mussten demnach die beiden vorderen Gelenke des Mittelfingers unbeweglich machen. Das geschah durch eine Metallhülse, die für jede Versuchsperson besonders gefertigt wurde. Diese Hülse, welche nur die Bewegung des Fingergrundgelenkes zuließ, wurde jeweils in einem horizontalen Ringe festgeschraubt, der beweglich mit der Zugsaite und durch sie mit der Schreibvorrichtung in Verbindung stand. Natürlich war dabei zu beachten, dass der Ring stets an demselben Punkte der Hülse angriff, was durch eine kleine Marke gesichert werden

konnte. Abgleiten der Hülse vom Finger war bei guter Anpassung derselben und bei leichtem Hervorragen der Fingerbeere aus der unteren Oeffnung mit genügender Sicherheit ausgeschlossen.

Auf diese Weise war die Hubbewegung durchaus auf das einzige freie Gelenk beschränkt. Dass damit die Ergebnisse der Ergographenversuche an Zuverlässigkeit und Eindeutigkeit erheblich zugenommen haben, ist uns durch unsere eigenen wie durch fremde Erfahrungen unzweifelhaft dargethan worden.

Die Saite wurde jeweils so eingestellt, dass sie sich bei leicht gekrümmtem Finger eben zu spannen begann; die Regulirung dieser Stellung geschah mittelst der an der Schreibvorrichtung angebrachten Schraube. Alle Einstellungen zu den Versuchen geschahen mit der peinlichsten Genauigkeit. Für jede der arbeitenden Personen wurde die einmal gewählte Stellung der einzelnen Theile durch genaue Bezeichnung an allen in Betracht kommenden Punkten dauernd festgelegt.

b. Anordnung der Versuche.

Zur Untersuchung der Arzneiwirkungen kam es uns darauf an, eine größere Reihe von Muskelermüdungscurven zu gewinnen, die uns über den Gang der muskulären Leistungsfähigkeit während einer längeren Zeit Aufschluss geben sollten. Es erschien daher, um viele einzelne Curven zu erhalten, zweckmäßig, das Gewicht nicht zu klein, andererseits die Pausen zwischen den Hubbewegungen nicht zu lang zu wählen. Wir benutzten deswegen ein Gewicht von 5 kg, welches in Zwischenzeiten von je einer Secunde gehoben wurde. Der Tact der Bewegung wurde durch ein Metronom angegeben. Jeder Hub geschah mit voller Aufbietung der Kraft; jede Curve wurde bis zur Unmöglichkeit der kleinsten Bewegung fortgesetzt. Die einzelnen Curven folgten bei der ersten, dritten und vierten Versuchsperson in Pausen von genau 10, bei der zweiten dagegen schon nach je 5 Minuten. Auf diese Weise wurde der Versuch etwa eine Stunde fortgesetzt. So lange war es mithin möglich, die Wirkung des Medicamentes, ferner auch das Verhalten der Ermüdung und Erholung, sowie den Gang der Uebung genauer zu verfolgen. Während der ganzen Versuchszeit wurden die gesammten Lebensverhältnisse, insbesondere die Vertheilung von Arbeit, Ruhe, Schlaf und Nahrungsaufnahme nach Möglichkeit

gleichartig erhalten. Der Genuss alkoholischer und meist auch coffeïnhaltiger Getränke wurde streng vermieden. Alle Versuche einer Reihe wurden zu derselben Tageszeit ausgeführt.

An den Versuchstagen wurde mit den Arzneimitteln gewechselt: außerdem wurden regelmäßig Normaltage ohne Mittel eingeschoben, um den Ablauf der Ermüdungscurven ohne Beeinflussung kennen zu lernen. Die Mittel wurden niemals vor Beginn des ganzen Versuches, sondern stets erst nach der ersten und zweiten Curve genommen; die letztere Anordnung erwies sich als die bessere. Als Maß der Arbeitsleistung diente ohne weiteres die Anzahl der erzielten Kilogrammmeter oder, da die Gewichtsgröße die gleiche blieb, die Hubhöhe in Millimetern. Diese Maßbestimmungen konnten einmal für jede einzelne Hebung oder, was zweckmäßiger war, für jede Curve insgesammt durchgeführt werden. Der Gang dieser Curvenleistungen gab dann ein anschauliches Bild von den Veränderungen der Arbeitsleistung während der Versuchsstunde. Endlich konnte man noch die Gesammtleistung eines jeden Versuchstages zusammenfassen und mit derjenigen anderer Tage vergleichen. Die Abweichungen an den Arzneitagen gegenüber den Normaltagen gaben ein Bild der Arzneiwirkungen. Dabei konnten natürlich immer nur die späteren Curven mit einander verglichen werden; die ersten Curven hatten nur den Zweck, etwa vorhandene besondere Dispositionen von vorn herein aufzudecken. In den seltenen Fällen, in denen einmal eine Curve wegen eines unglücklichen Zufalles unverwerthbar geworden war, erschien es am richtigsten, gleichwohl die Arbeit nicht zu unterbrechen, so dass doch wenigstens diejenigen Curven mit einander verglichen werden konnten, deren Werthe genau bekannt geworden waren.

Die Dosirung des Coffeïns schwankte von 0,06—0,6 g, diejenige der Theeöle von 1,2—4,8 g der Zuckerverreibung (0,018—0,072 g Oelgemisch). Von den Blättern des Paraguaythees wurden 10—25 g mit etwa 200 g heißem Wasser übergossen und nach 15 Minuten genossen. Von einer genaueren Dosirung kann hier leider nicht die Rede sein, da die Angaben über den Coffeïngehalt des Mittels außerordentlich auseinandergehen. Robins[1]), der verschiedene

1) The national dispensatory. Philadelphia 1879.

Sorten untersuchte, gibt Schwankungen von 0,2—1,6% Coffeïn an; A. H. Allen[1]) fand 1,13%. Als Versuchspersonen dienten außer Dr. Hoch die Herren Dr. med. Jost, cand. med. Reis, sowie Dr. med. Hibbard. Ihnen Allen ist es uns eine angenehme Pflicht, hier für ihre Freundlichkeit unseren Dank auszusprechen. Die Versuche vertheilten sich in folgender Weise: Zunächst wurden 16 Versuche an Dr. Hoch angestellt, von denen je 4 auf die 3 verschiedenen Mittel und auf die dazwischen liegenden Normaltage entfallen. Diese Versuche wurden in der Zeit vom 21. Juni bis zum 8. Juli 1894 ausgeführt. Weitere 12 Versuche in ähnlicher Anordnung kommen auf Dr. Jost für die Zeit vom 30. Juli bis zum 15. August. Als hier eine Wirkung nicht erzielt werden konnte, folgte ein Alkoholversuch am 16. August und ein Coffeïnversuch mit höherer, subcutan gegebener Gabe und gleichzeitiger Verabreichung von Theeöl, ferner ein Coffeïnversuch mit längeren Pausen am 17. September. Endlich schrieb Dr. Jost vom 24. August bis 11. September 94 siebenmal alle 2 Stunden von früh 9 Uhr bis abends 9 Uhr je eine Curve. An 4 von diesen Tagen wurde je eine Viertelstunde vor der zweiten Curve einer der Arzneistoffe eingenommen. Kürzere Versuchsreihen wurden dann von Dr. Hibbard im Mc Lean Hospital bei Boston sowie von Herrn Reis in Heidelberg durchgeführt. Von beiden wurde allerdings nur Coffeïn in Anwendung gezogen. Einige andere von Dr. Hoch zu besonderen Zwecken unternommene Versuchsreihen werden an geeigneter Stelle besprochen werden.

c. Versuche Dr. Hoch's.

Um über die erste Gruppe von Versuchen zunächst einen Ueberblick zu gewinnen, wird es nothwendig sein, dieselben in zwei Untergruppen zu theilen, je nachdem der Einverleibung des Arzneimittels eine einzige oder zwei normale Curven vorausgingen. Beide Untergruppen umfassen je 8 Versuche, von denen auf jedes Mittel zwei kommen, dazu noch zwei Normalversuche. Der zweite Normalversuch ist zwar auch auf 8 Curven angelegt, wie alle Versuche

1) The United States dispensatory. Philadelphia 1894.

der zweiten Untergruppe; dennoch können wir ihn nach seiner Stellung in der ganzen Versuchsreihe weit besser zu der ersten Gruppe rechnen, indem wir einfach die letzte, bei ihm geschriebene Curve unberücksichtigt lassen. Einen genaueren Ueberblick über den Ausfall aller Versuche gibt die folgende Tabelle. In derselben ist die Leistung jeder Curve in Millimetern angegeben. Will man daraus die Arbeitsmenge in Meterkilogrammen finden, so braucht man die angeführten Zahlen nur mit 0,005 zu multipliciren. Wo aus zufälligen Gründen eine Curvenreihe nicht verwerthbar war, ist die Lücke überall angedeutet. Der Zeitpunkt, an dem das Mittel genommen wurde, ist jeweils durch ein Sternchen bezeichnet:

Tabelle I.

Datum	Mittel	Gabe	Aufeinander folgende Arbeitsleistungen in Millimetern							
1. Gruppe.										
21. VI.	Theeöl.	1,2 g	1373	*1462	1438	1470	1148	—	881	—
23. VI.	Coffeïn	0,06 »	1171	*1292	1335	—	1325	1190	1208	—
24. VI.	Ilex	20,0 »	1383	*1394	1360	1369	1301	1127	1123	—
25. VI.	—	—	1313	1344	1290	1187	1277	1099	1140	—
26. VI.	Theeöl	2,4 »	1334	*1335	1304	1337	1154	1021	926	—
27. VI.	Coffeïn	0,2 »	1213	*1431	1451	1324	1331	1279	1204	—
29. VI.	Ilex	25,0 »	1190	*1389	1511	1408	1420	1359	1148	—
30. VI.	—	—	1183	1196	1270	1129	1121	—	1150	917
2. Gruppe.										
1. VII.	Theeöl	2,4 »	1308	1406	*1500	1501	1306	1213	1163	1117
2. VII.	Coffeïn	0,1 »	1326	1394	*1575	1621	1691	1583	1475	1320
3. VII.	—	—	1193	1255	1446	1462	1402	—	1144	1357
4. VII.	Ilex	25,0 »	1494	1614	*1904	1829	1660	—	1614	1284
5. VII.	Theeöl	3,6 »	1526	1647	*1466	1422	1243	1280	1223	1296
6. VII.	—	—	—	1427	1554	1345	1367	1271	1189	1157
7. VII.	Ilex	25,0 »	1388	1482	*1513	1551	1574	1395	1473	1200
8. VII.	Coffeïn	0,1 »	1376	1422	*1504	1497	1478	1552	1538	1697

In dieser Tabelle werden wir zunächst diejenigen Leistungen ins Auge zu fassen haben, welche nicht unter dem Einflusse eines Mittels gestanden haben, um uns ein Urtheil über die natürlichen Aenderungen der Arbeitsleistung zu verschaffen. In erster Linie würden dabei diejenigen Curven in Betracht kommen, welche an jedem Tage vor dem Einnehmen des Mittels gewonnen wurden. Wie man sieht, ist die Leistung der ersten Curven im Laufe der ganzen Versuchszeit anscheinend etwas gestiegen, ohne dass sich indessen eine regelmäßige Zunahme von Versuch zu Versuch nachweisen ließe. Fassen wir die vier aufeinander folgenden ersten Curven zu einem Mittel zusammen, so ergeben sich für das Anwachsen der Durchschnittswerthe folgende Zahlen: 1310, 1230, 1330, 1430. Bei der zweiten Versuchsgruppe können wir die gleiche Berechnung auch für die zweiten Curven durchführen, die ja hier ebenfalls der Einwirkung der Mittel voraufgingen. Wir erhalten folgende Zahlen: 1417, 1494. Eine Steigerung der Arbeitsleistung, die wohl nur als Uebungswirkung aufgefasst werden kann, ist also unzweifelhaft vorhanden; der anfängliche Durchschnittswerth verhält sich zum Endwerthe bei den ersten Curven wie 100 zu 109. Im Einzelnen freilich zeigen sich uns vielfache Schwankungen, ein Beweis dafür, dass die Einflüsse der zufälligen Disposition bei diesen Versuchen erheblich mächtiger waren, als der fortschreitende Einfluss der Uebung. So finden wir am 23., am 29., 30. Juni, ferner am 3. Juli ganz auffallend niedrige Anfangswerthe. Für den letzteren Tag wurde im Versuchsprotokolle ausdrücklich Müdigkeit notirt. Der höchste Anfangswerth wurde bereits im viertletzten Versuche, am 5. Juli, erreicht.

Weitere Anhaltspunkte für die Beurtheilung des Uebungseinflusses wird uns vielleicht ein Vergleich der über die ganze Versuchszeit zerstreuten Normalversuche zu geben vermögen, wenn wir uns auch bei der geringen Zahl derselben auf das Hineinspielen von Zufälligkeiten gefasst machen müssen. Bei der Ausführung dieses Vergleiches stoßen wir von vorn herein auf eine Schwierigkeit. Nur ein einziger der Normalversuche ist ganz vollständig; die andern drei enthalten je eine Lücke, die durch zufällige Störungen verursacht worden ist. Diese Lücken liegen an verschiedenen Stellen der Versuche. Sie sind daher nicht gleichwerthig, da, wie

wir später noch genauer darzulegen haben, die Arbeitsleistung während des einzelnen Versuches bestimmte, recht bedeutende Veränderungen erleidet. Wir sind also nicht berechtigt, die Gesammtleistung eines Versuches einfach durch Mittelziehung aus den Werthen der vorhandenen Curven zu berechnen, sondern wir müssen die ausgefallenen Curven nach ihrem Gewichte mit berücksichtigen. Unter den verschiedenen möglichen Verfahren, den muthmaßlichen Werth der ausgefallenen Curven festzustellen, schien es mir am einfachsten und zugleich hinlänglich genau, dieselben mit dem mittleren Betrage aus der vorangehenden und der folgenden Curve in Rechnung zu bringen. Nur bei dem Versuche vom 6. Juli, bei dem gerade die erste Curve fehlt, werden wir genöthigt sein, auf eine derartige Verbesserung zu verzichten, da wir keinen genügenden Anhalt dafür haben, wie der Arbeitswerth der ausgefallenen Curve sich gestaltet haben würde. Auch eine Berechnung aus dem Verhältnisse der ersten zur zweiten Curve in den übrigen Versuchen würde wohl zu unsicher ausfallen, als dass sie den Vorzug vor der einfachen Vernachlässigung des fehlenden Werthes verdienen würde. Allerdings wird der Gesammtwerth des Versuches auf diese Weise wahrscheinlich ein wenig zu hoch, da die ersten Curven bei dem Verfasser durchweg etwas niedrigere Ergebnisse geliefert haben, als die zweiten. Das geht aus der Tabelle und noch deutlicher aus den oben gegebenen Durchschnittszahlen für die ersten und zweiten Curven der zweiten Versuchsgruppe hervor.

Auf der anderen Seite müssen wir für den Vergleich der Arbeitsleistungen in den Normalversuchen auch die letzten Curven der drei letzten Normalversuche unberücksichtigt lassen. Dieselben sind unter anderen Bedingungen gewonnen, als die früheren, und würden somit die Vergleichbarkeit der Werthe sehr beeinträchtigen. Berechnen wir nach diesen Grundsätzen die durchschnittliche Curvenleistung aller Normalversuche, so erhalten wir folgende Werthe: 1236, 1169, 1311, 1359. Die sehr geringe Leistung des 30. Juni macht sich auch hier in dem auffallend niedrigen zweiten Werthe bemerkbar; im Uebrigen jedoch zeigt sich eine deutliche Zunahme des Arbeitsergebnisses bei den späteren Versuchen. Das Verhältniss des ersten zum letzten Arbeitswerthe stellt sich nach dieser Berechnung wie 100 zu 109,9.

Einen weiteren Einblick in die Verhältnisse der Uebung können wir vielleicht gewinnen, wenn wir nicht einfach die Größe der geleisteten Arbeit, sondern zugleich auch die Zahl der Hubbewegungen berücksichtigen, die zur Erreichung des Ergebnisses ausgeführt wurden. Eine Vergleichung beider Größen wird uns dann ein Maß für den Arbeitswerth der einzelnen Hebung zu liefern im Stande sein. Die Zahlen gibt uns die folgende Tabelle. Berücksichtigen

Tabelle II.

Datum	Mittel	Zahl der Hubbewegungen							
21. VI.	Theeöl	47	*45	41	44	39	—	35	—
23. VI.	Coffeïn	38	*42	43	—	44	41	41	—
24. VI.	Ilex	44	*43	43	44	40	38	37	—
25. VI.	Normal	42	43	44	44	42	38	38	—
26. VI.	Theeöl	45	*44	46	44	42	37	37	—
27. VI.	Coffeïn	42	*45	46	42	45	44	46	—
29. VI.	Ilex	43	*46	50	49	52	50	43	—
30. VI.	Normal	43	43	47	46	43	—	41	39
1. VII.	Theeöl	47	47	*51	52	45	47	41	40
2. VII.	Coffeïn	47	49	*52	52	54	51	52	46
3. VII.	Normal	47	46	49	51	50	—	43	46
4. VII.	Ilex	49	50	*55	55	48	—	48	42
5. VII.	Theeöl	51	51	*44	45	43	46	41	45
6. VII.	Normal	—	48	52	48	46	43	41	41
7. VII.	Ilex	44	48	*45	47	49	44	46	38
8. VII.	Coffeïn	45	46	*45	43	45	46	46	49

wir bei dieser Betrachtungsweise zunächst wieder die ersten Curven der Versuche, so ergibt sich, dass durchschnittlich an je vier aufeinander folgenden Versuchstagen jede erste Curve Hubbewegungen enthielt: 43, 43, 47, 47. Offenbar wurde also durch die Uebung nicht nur die Gesammtleistung, sondern auch die Zahl der Bewegungen gesteigert, anscheinend gerade in der Zeit zwischen dem zweiten und dritten Normalversuche. Wahrscheinlich aber stand,

wie wir bereits gesehen haben, der zweite Normalversuch unter dem Einflusse einer besonders ungünstigen Disposition, so dass die für ihn erhaltene Zahl als etwas zu niedrig angesehen werden muss. Ohne diese Zufälligkeit hätten wir dort vielleicht als durchschnittliche Hubzahl 44 oder 45 erhalten und dann eine ganz regelmäßige Steigerung in der Ausdauer unserer Bewegungen unter dem Einflusse der Uebung vor uns. Die zweiten Curven der letzten Versuchsgruppe ergaben Hubzahlen von 48 und 48. Damit scheint die Grenze der Steigerung zunächst erreicht zu sein.

Berechnen wir nun auf Grund der mitgetheilten Zahlen den durchschnittlichen Arbeitswerth der einzelnen Bewegung, so ergibt sich für die ersten Curven die folgende Reihe: 30,6 28,4 28,0 30,6. Wir ersehen daraus, dass der schlechten Disposition des 30. Juni wie der Müdigkeit des 3. Juli wesentlich eine Abnahme der durchschnittlichen Hubgröße entsprach. Ein fortschreitendes Wachsen der Hubgröße lässt sich aus diesen Zahlen nicht erkennen. Die zweiten Curven der letzten Versuchsgruppe lieferten durchschnittliche Leistungen von 29,5 und 31,0 Millimetern. Wie die Leistungen und die Hubzahl, so ist also auch die Hubgröße in den zweiten Curven günstiger ausgefallen, als in den ersten. Ob man aber in der Steigerung gegen das Ende der ganzen Versuchszeit eine Uebungswirkung oder eine Zufälligkeit zu erblicken hat, lässt sich zunächst nicht entscheiden.

Die durchschnittliche Hubzahl der einzelnen Normalversuche betrug: 42 44 48 46. Also auch hier tritt ein deutlicher Einfluss der Uebung hervor, wenn er auch nicht allein maßgebend zu sein scheint. Von besonderem Interesse ist jedenfalls die große Hubzahl am 3. Juli. Man könnte daran denken, dass hier entweder das Gefühl der Müdigkeit zu besonderer Ausdauer in den Bewegungen angespornt habe, oder aber, dass es sich um eine Ermüdung gehandelt habe, die mit einer gesteigerten centralen motorischen Erregbarkeit einherging, ähnlich dem von Bettmann durch körperliche Arbeit erzeugten Ermüdungszustand. Die mittlere Hubgröße betrug für die verschiedenen Versuche: 29,7 26,8 27,6 29,3. Von einer regelmäßigen Steigerung der Zahlen ist demnach auch hier keine Rede. Beim zweiten Versuche entspricht der niedrige Arbeitswerth ganz den früheren Erfahrungen; der dritte Versuch wird

durch die angeführte Zahl noch genauer dahin gekennzeichnet, dass bei ihm die anscheinend normale Gesammtleistung nur durch eine ungewöhnlich hohe Zahl von Bewegungen zu Stande gekommen ist, deren jede einen verhältnissmäßig geringen Arbeitswerth besaß.

Der Verlauf der Arbeitsleistung in den Normalversuchen zeigt im allgemeinen zunächst ein Ansteigen und dann ein Sinken in Folge fortschreitender Ermüdung. Einmal wird die höchste Leistung bereits in der zweiten, zweimal in der dritten Curve des Versuches erreicht. Am 3. Juli endlich steigert sich die Arbeitsleistung bis zur vierten Curve, um dann zu sinken und in der letzten Curve nochmals anzusteigen. Eine geringere derartige Steigerung gegen Schluss findet sich auch beim ersten und, wenn man will, in der vorletzten Curve des zweiten Versuches. Bei anderen Arbeiten hat man solche Erhöhungen der Schlussleistung als Ausdruck einer letzten besonderen Kraftanstrengung zu Stande kommen sehen. Am 3. Juli erhebt sich jene Steigerung sogar bis über die hier allerdings recht niedrige Anfangsleistung hinaus, während sie sonst regelmäßig hinter derselben zurückzubleiben pflegt.

Um über die bei Beginn der einzelnen Versuchsgruppen herrschende Disposition ein Urtheil zu gewinnen, empfiehlt es sich, Arbeitsleistung, Hubzahl und Hubgröße für die ersten Curven derjenigen Versuche gemeinsam zu berechnen, die mit dem gleichen Arzneimittel durchgeführt wurden. Die Ergebnisse einer solchen Berechnung sind in der folgenden Tabelle III zusammengestellt. Die eingeklammerten Zahlen sind aus den zweiten Curven der letzten Versuchsgruppe gewonnen.

Tabelle III.

	Normal	Theeöl	Coffeïn	Ilex
Durchschnittl. Curvenleistung . .	1230 (1293)	1385 (1526)	1271 (1408)	1364 (1548)
» Hubzahl . .	44 (46)	48 (49)	43 (47)	45 (49)
» Hubgröße .	27,9 (28,3)	29,2 (31,1)	29,6 (29,6)	30,3 (31,7)

Wie man sieht, war die Disposition bei Beginn der Normalversuche durchschnittlich am ungünstigsten, bei den Versuchen mit Theeöl und auch mit Ilex am günstigsten. Für die zweiten Curven

ändert sich die Reihenfolge nur ganz unbedeutend. Ein ähnliches Ergebniss liefert die Betrachtung der Hubzahl und diejenige der Hubgröße. Wir würden daher ohne jede arzneiliche Beeinflussung bei den Normal- und Coffeïnversuchen wohl auch für den weiteren Verlauf geringere Leistungen erwarten dürfen, als für die Versuche mit Theeöl und Ilex. Jedenfalls wird es nöthig sein, bei der Würdigung der weiteren Ergebnisse die Verschiedenheiten der Ausgangsdisposition mit zu berücksichtigen.

Um nun einen Ueberblick über den Verlauf der Versuche mit den verschiedenen Mitteln zu gewinnen, wird es zunächst zweckmäßig sein, gleichartige Versuche zu Durchschnitten zusammenzufassen. Allerdings werden dabei die beiden Hauptgruppen getrennt zu behandeln sein. Der Uebersichtlichkeit halber wollen wir ferner aus den arzneilich beeinflussten Curven immer nur je zwei Mittel bilden, von denen jedes das Verhalten während einer halben Stunde etwa wiedergibt. Wir erhalten auf diese Weise die Tabelle IV.

Tabelle IV.

Erste Versuchsgruppe.			
	1. Curve	2.—4. Curve	5.—7. Curve
Normalversuche	1248	1236	1154
Theeölversuche	1354	1391	1022
Coffeïnversuche	1192	1361	1256
Ilexversuche	1287	1405	1247
Zweite Versuchsgruppe.			
	1. u. 2. Curve	3.—5. Curve	6.—8. Curve
Normalversuche	1326	1429	1232
Theeölversuche	1472	1407	1215
Coffeïnversuche	1378	1561	1528
Ilexversuche	1494	1672	1434

Aus diesen Zahlen ergibt sich, dass die Normalversuche beider Gruppen ein etwas verschiedenes Verhalten darbieten. Während

wir in der ersten Gruppe die Arbeitsleistung stetig herabgehen sehen, finden wir in der zweiten Gruppe zuvor eine nicht unbeträchtliche Steigerung. Ohne Zweifel handelt es sich hier um zufällige Fehler. Die erste Durchschnittszahl der zweiten Gruppe ist zu niedrig ausgefallen. Der Versuch vom 3. Juli beginnt, wie wir früher gesehen haben, mit einer Leistung, die im Hinblicke auf den erreichten Uebungsgrad entschieden zu gering ist. Wir dürfen daher schließen, dass bei gewöhnlicher Disposition die hier ausgeführte Berechnung im Durchschnitte höchstens eine mäßige Erhöhung des zweiten Mittels gegenüber dem ersten darbieten würde. Beim ersten und vierten Normalversuche ist eine solche überhaupt nicht zu Stande gekommen; beim zweiten ist sie ganz gering.

Die Versuche mit Theeöl zeigen auf den ersten Blick wenig Auffallendes. In der ersten Gruppe findet sich eine mäßige Steigerung, in der zweiten eine etwas größere Abnahme der Arbeitsleistung. Außerdem sind die letzten Werthe dieser Versuche in den beiden Gruppen die niedrigsten von allen, namentlich in der ersten. Diese letztere Erscheinung tritt in den Einzelangaben der Tabelle I vielleicht noch deutlicher hervor. Dort sehen wir auch, dass eine nennenswerthe Steigerung der Werthe im Laufe der ersten Versuchshälfte, wie wir sie in den Normalversuchen regelmäßig vorfanden, hier nur bei zwei Versuchen nachweisbar ist. Beim zweiten Theeölversuche fehlt sie so gut wie ganz, und beim vierten Versuche sehen wir sogar nach dem Einnehmen des Mittels eine recht bedeutende Abnahme der Arbeitsleistung sich einstellen. Trotzdem wir also bei der günstigen Anfangsdisposition an sich bessere Ergebnisse hätten erwarten können, als bei den Normalversuchen, hat sich der Gesammtausfall doch entschieden ungünstiger gestaltet. Ja, es kann angesichts der tiefen Senkungen der Leistung gegen Schluss kaum bezweifelt werden, dass wir dem Theeöl geradezu einen lähmenden Einfluss auf die Muskelarbeit zuzuschreiben haben. Dafür spricht vor allem der Umstand, dass am 5. Juli, an dem Tage, an welchem die größte Gabe des Theeöls gegeben wurde, sofort eine so entschiedene Abnahme der Leistung eintrat. Bei den geringeren Gaben scheint sich die Wirkung auch erst später geltend gemacht zu haben. Daher unterscheiden sich die ersten drei Theeölversuche von den Normalversuchen auch nur durch den letzten

Theil ihres Verlaufes, eben durch das nunmehr eintretende Sinken der musculären Arbeitsfähigkeit.

Ein wesentlich anderes Bild bieten die Coffeïnversuche dar. Beide Durchschnitte zeigen uns ein sehr bedeutendes und bis zum Schlusse anhaltendes Anwachsen der Leistung. Zwar ist das letzte Mittel beider Versuchsgruppen niedriger, als dasjenige aus dem Beginne der Coffeïnwirkung, aber beide Schlusszahlen sind doch höher, als die entsprechenden Werthe aller anderen Versuche. Diese Thatsache ist um so auffallender, als die Anfangsdisposition bei dem ersten Coffeïnversuche die allerschlechteste, beim zweiten wenigstens durchaus nicht besonders günstig war. Es kann daher keinem Zweifel unterliegen, dass bei Dr. Hoch durch das Coffeïn eine starke, nach einer Stunde noch sehr deutliche Erhöhung der musculären Leistungsfähigkeit erzeugt wurde.

Wie uns die Betrachtung der einzelnen Versuche in Tabelle I lehrt, sind unsere Durchschnittszahlen nicht durch zufällige Einflüsse zu Stande gekommen, sondern sie geben ein ganz regelmäßiges Verhalten wieder. Ueberall begegnet uns die plötzliche und ergiebige Steigerung der Werthe nach dem Coffeïngenuss. Bei der ersten Versuchsgruppe gehören beide höchste Endzahlen den Coffeïnversuchen an; bei der letzten Gruppe übertrifft die Endleistung des vierten Coffeïnversuches alle übrigen ganz außerordentlich, und auch der dritte Coffeïnversuch bleibt am Schlusse nur unbedeutend hinter einem einzigen der anderen Versuche zurück. Ein bestimmter Einfluss der Gabe des Mittels lässt sich aus den vorhandenen Zahlen nicht feststellen; höchstens könnte man sagen, dass die günstige Wirkung bei der größten Gabe weniger ausgesprochen war, als bei den geringeren.

Dem Ergebnisse beim Coffeïn entsprechen im wesentlichen die Versuche mit Ilex. Allerdings konnten wir hier bei der günstigeren Anfangsdisposition, namentlich in der zweiten Versuchsgruppe, schon von vorn herein eine gute Entwicklung der Leistungsfähigkeit erwarten. Allein die Steigerung der Zahlen nach dem Genusse des Paraguaythees ist doch eine so auffällige, dass sie wohl nicht anders, als durch Arzneiwirkung erklärt werden kann. Offenbar aber ist die Wirkung hier eine flüchtigere. Die letzten Durchschnitte gehen stark herunter, sogar unter die Anfangswerthe, wie

etwa bei den Normalversuchen. Wir werden daher in der Annahme nicht fehl gehen, dass wir es hier mit einer Coffeïnmenge zu thun haben, die hinter den bei den Coffeïnversuchen angewandten wesentlich zurückbleibt. Nach den früheren Angaben würde man allerdings die Coffeïnmenge bei diesen Versuchen wohl auf etwa 0,2—0,25 g berechnen müssen, doch ist auch ein geringerer Gehalt für das vorliegende Präparat möglich, und endlich kann es zweifelhaft sein, ob wirklich alles Coffeïn ausgezogen und resorbirt wurde. In den einzelnen Versuchen sehen wir die soeben besprochene Ilexwirkung dreimal in gleicher Weise sich abspielen; nur der erste Versuch, in dem die Gabe des Mittels kleiner war, unterscheidet sich in keinem Punkte von einem Normalversuche ohne Mittel.

Um über alle diese Ergebnisse noch einen bequemeren Ueberblick zu gewinnen, haben wir die durchschnittlichen Arbeitsleistungen der zwei Abschnitte jedes Versuches in Procenten der Anfangsleistung berechnet. Wir werden auf diese Weise ein wenig unabhängiger von den Einflüssen der zufälligen Disposition. Die Zahlen gibt Tabelle V.

Tabelle V.

Erste Versuchsgruppe.			
	1. Curve	2.—4. Curve	5.—7. Curve
Normalversuche	100,0	99,0	92,4
Theeölversuche	100,0	102,8	75,5
Coffeïnversuche	100,0	114,1	105,4
Ilexversuche	100,0	109,2	96,9
Zweite Versuchsgruppe.			
	1. u. 2. Curve	3.—5. Curve	6.—8. Curve
Normalversuche	100,0	107,9	92,9
Theeölversuche	100,0	95,6	82,6
Coffeïnversuche	100,0	113,3	110,9
Ilexversuche	100,0	111,9	96,0

In diesen Zahlen treten die besprochenen Thatsachen ungemein deutlich hervor. Wir bemerken die unregelmäßigen Schwankungen

der Werthe in den Normalversuchen, die entschiedene Lähmung in den Theeölversuchen, die beträchtliche und anhaltende Steigerung der Muskelleistung nach Coffeïn und endlich die etwas weniger kräftige und weit rascher vorübergehende Wirkung des Paraguaythees. Wenn wir absehen von einigen kleinen Abweichungen, wie sie bei derartigen Versuchen ganz unvermeidlich sind, so ist die Uebereinstimmung beider Versuchsgruppen eine geradezu überraschende. Sie gibt uns den Beweis, dass der Ergograph in der von uns angewandten Form thatsächlich zuverlässige und verwerthbare Ergebnisse liefert.

Zur Vervollständigung des bis hierher von uns entworfenen Bildes wird es nützlich sein, nunmehr auch noch das Verhalten der Hubbewegungen unter dem Einflusse der einzelnen Mittel einer kurzen Betrachtung zu unterziehen. Dabei wird es sich empfehlen, sogleich die letzte von uns angewandte Berechnungsart zu benutzen. Wir geben daher in der folgenden Tabelle die durchschnittliche Hubzahl in den beiden Versuchsabschnitten wieder in Procenten der anfänglichen Hubzahl vor der Einwirkung der Mittel.

Tabelle VI.

Erste Versuchsgruppe.			
	1. Curve	2.—4. Curve	5.—7. Curve
Normalversuche	100,0	104,7	95,3
Theeölversuche	100,0	95,7	82,6
Coffeïnversuche	100,0	108,8	110,0
Ilexversuche	100,0	104,6	98,9
Zweite Versuchsgruppe.			
	1. u. 2. Curve	3.—5. Curve	6.—8. Curve
Normalversuche	100,0	104,2	91,6
Theeölversuche	100,0	94,9	88,8
Coffeïnversuche	100,0	104,3	104,3
Ilexversuche	100,0	104,2	92,7

Wie man aus diesen Zahlen erkennt, erfährt die Hubzahl bei den Normalversuchen unter Umständen auch dann eine Steigerung, wenn die Gesammtleistung keine größere wird. Umgekehrt sehen wir in der ersten Gruppe der Theeölversuche zunächst eine Zunahme der Arbeitsleistung trotz verringerter Hubzahl sich einstellen. Wir dürfen jedoch aus diesem Verhalten vorerst keine weiteren Schlüsse ziehen, da in der zweiten Versuchsgruppe eine weitgehende Uebereinstimmung zwischen Hubzahl und Gesammtleistung vorhanden ist. Dagegen finden wir bei den Coffeïnversuchen mit einer Ausnahme ein Zurückbleiben der Hubzahl gegenüber der Gesammtleistung. Das Coffeïn wirkt demnach wesentlich durch Vergrößerung, nicht durch Vermehrung der Hubbewegungen. Ganz die gleichen Ergebnisse zeigen uns die Ilexversuche, eine neue Bestätigung dafür, dass es sich bei ihnen um nichts, als eine etwas schwächere Coffeïnwirkung handelt.

Es ist nun endlich möglich, noch die Größe der einzelnen Hebung für die verschiedenen Versuche zu berechnen. Wir wollen auch in diesem Punkte gerade so verfahren, wie in den letzten beiden Tabellen.

Tabelle VII.

Erste Versuchsgruppe.			
	Hubgröße der		
	1. Curve	2.—4. Curve	5.—7. Curve
Normalversuche	100,0	94,6	97,0
Theeölversuche	100,0	107,4	91,4
Coffeïnversuche	100,0	105,0	95,8
Ilexversuche	100,0	103,9	98,0
Zweite Versuchsgruppe.			
	1. u. 2. Curve	3.—5. Curve	6.—8. Curve
Normalversuche	100,0	103,5	101,5
Theeölversuche	100,0	95,6	82,6
Coffeïnversuche	100,0	108,7	106,3
Ilexversuche	100,0	107,4	103,5

Bei den Normal- und Theeölversuchen lässt sich ein gesetzmäßiges Verhalten nicht erkennen. Die Ausgiebigkeit der Hebungen wird im Verlaufe des Versuches bald größer, bald geringer. Unter der Einwirkung von Coffeïn und Ilex dagegen erfährt die Hubgröße regelmäßig eine Steigerung, die allerdings nicht immer anhält. Jedenfalls zeigt sich auch hier, dass die Coffeïnwirkung wesentlich die Größe und weniger die Anzahl der Hubbewegungen günstig beeinflusst. Das wird noch deutlicher, wenn wir die durchschnittliche Hubgröße aus den je 6 letzten Curven aller der verschiedenen Versuche berechnen. Eigentlich wären freilich auch hierbei die beiden Versuchsgruppen gesondert zu behandeln; da sich aber die Versuche mit den verschiedenen Mitteln auf beide Gruppen gleichmäßig vertheilen, so mag für diese Vergleichung eine Zusammenfassung sämmtlicher Beobachtungen gestattet sein.

Tabelle VIII.

	Gesammtleistung einer Curve	Hubzahl	Hubgröße
Normalversuche	1263 (100,0)	45 (100,0)	28,4 (100,0)
Theeölversuche	1259 (99,7)	43 (96,5)	29,3 (103,2)
Coffeïnversuche	1422 (113,0)	46 (103,3)	31,0 (109,2)
Ilexversuche	1439 (114,0)	46 (103,0)	31,4 (113,1)

Beim Theeöl ist demnach die Gesammtleistung unbedeutend, die Hubzahl entschieden geringer, als in den Normalversuchen; die Hubgröße erfährt eine kleine Steigerung. Unter dem Einflusse von Coffeïn und Ilex ist die Hubzahl ein wenig vermehrt, die Hubgröße aber in weit höherem Maße. Am besten übersieht man diese Verhältnisse aus den in Klammern beigefügten Zahlen, welche die Aenderung der einzelnen Durchschnittswerthe durch Procentbeziehung auf die entsprechenden Normalwerthe wiedergeben. Die besondere Art der Coffeïn- und Ilexwirkung tritt hier mit großer Klarheit hervor. Andererseits gewinnt die Vermuthung an Wahrscheinlichkeit, dass dem Theeöl eine geradezu ungünstige Wirkung auf die

Hubzahl zukommt. Wir werden auf diese Frage noch zurückzukommen haben.

d. Versuche Dr. Jost's.

Dr. Jost's Versuche zerfallen in zwei Hauptgruppen, von denen die erste solche Beobachtungsreihen enthält, die in ganz ähnlicher Weise angeordnet waren wie die Versuche Dr. Hoch's. Nur betrugen die Pausen zwischen den einzelnen Curven nicht 10, sondern nur 5 Minuten, eine Anordnung, die sich allerdings später als nicht zweckmäßig erwiesen hat. Deswegen ist am Schlusse noch ein einzelner Versuch mit Pausen von 10 Minuten angefügt worden. Alle übrigen Versuche enthalten, da sie sich wegen der kurzen Pausen sehr rasch abspielten, außer den beiden Normalcurven noch 10 weitere Curven, so dass die Arbeitsleistung der einzelnen Beobachtungsreihe eine verhältnissmäßig sehr große ist. Die Versuche erstreckten sich über die Zeit vom 30. Juli bis zum 17. August; nur der letzte oben genannte Versuch fand erst am 17. September statt. Wie bei den bisher besprochenen Reihen wurde auch hier zwischen Normaltagen und der Beeinflussung durch die verschiedenen Mittel gewechselt. Die Leistung der einzelnen Curven in Millimetern gibt die folgende Tabelle IX wieder.

Bei der Betrachtung dieser Tabelle fällt uns zunächst die bedeutende Zunahme der Arbeitsleistung während der Versuchszeit auf. Fassen wir die zwei ersten, von keinem Mittel beeinflussten Curven je vier aufeinander folgender Versuche zu einem Durchschnitte zusammen, so ergeben sich als mittlere Anfangsleistung der drei so entstehenden Versuchsgruppen folgende Werthe: 1394 1614 1715. Die Uebung hat also ein Anwachsen der Arbeitsleistung von 100 auf 123 bewirkt. Noch größer wird der Uebungseinfluss in den vorstehenden Versuchen, wenn wir die Gesammtleistungen der einzelnen Normalversuche ins Auge fassen. Der erste derselben steht dabei erst an dritter, der vierte allerdings an letzter Stelle. Der Leistungen betrugen im Durchschnitt aller Curven: 915 1313 1488 1489. Die niedrigste verhält sich zur höchsten Leistung wie 100 zu 163.

Die zweite, sehr auffallende Eigenthümlichkeit, welche die Tabelle darbietet, ist die bedeutende Abnahme der Zahlen gegen

Tabelle IX.

Datum	Mittel	Arbeitsleistung in Millimetern											
30. VII.	Theeöl	1796	1075	1262	1246	1145	1086	990	883	834	639	510	509
2. VIII.	Coffeïn	1524	1329	1258	1063	1300	1088	1018	931	855	704	694	646
3. VIII.	Normal	1690	1136	988	955	813	847	913	827	760	766	659	631
4. VIII.	Theeöl	1701	901	1149	1106	962	1009	1075	820	969	895	958	1083
5. VIII.	Ilex	1703	1118	1377	1166	1224	1149	1231	1132	992	876	875	864
6. VIII.	Normal	1774	—	1324	1370	1186	1344	1314	1072	1260	1174	1249	1143
7. VIII.	Coffeïn	1779	1496	1134	1489	1423	1418	1348	1325	1255	1124	1184	1116
8. VIII.	Theeöl	1917	1573	1490	1282	1387	1376	1310	1298	1390	1291	1284	1269
10. VIII.	Normal	1912	1416	1608	1477	1520	1508	1465	1440	1357	1408	1283	1463
11. VIII.	Ilex	2018	1831	1764	1692	1678	1781	1667	1711	1656	1566	1419	1305
12. VIII.	Coffeïn	1869	1326	1448	1387	1461	1499	1543	1450	1422	1341	1334	1329
15. VIII.	Normal	1910	1439	1570	1465	1540	1491	1385	1455	1398	1443	1337	1441

Schluss jedes einzelnen Versuches. Namentlich am Ende der ersten Versuche sehen wir Zahlen auftreten, wie sie uns früher niemals begegnet sind, obgleich die Anfangswerthe durchgängig erheblich höhere sind, als dort. Es liegt auf der Hand, dass für dieses stärkere Sinken der Leistung einmal die größere Anzahl der hier hinter einander erzeugten Curven, 12 statt früher 7—8, dann aber namentlich die kürzere Dauer der Erholungspausen verantwortlich gemacht werden muss.

Ueber die Hubzahl in unseren Versuchen gibt die folgende Tabelle Aufschluss, die zugleich die Gaben der angewandten Mittel enthält.

Tabelle X.

Datum	Mittel	Gabe	Hubzahl											
30. VII.	Theeöl	2,4 g	51	38	42	46	43	43	40	37	41	39	33	37
2. VIII.	Coffeïn	0,1 »	42	44	52	44	52	46	43	42	41	38	37	35
3. VIII.	Normal	—	50	46	38	39	36	40	38	36	37	36	34	33
4. VIII.	Theeöl	2,4 »	58	39	44	49	40	47	45	35	41	37	41	43
5. VIII.	Ilex	10,0 »	55	46	50	44	45	47	46	47	40	39	40	39
6. VIII.	Normal	—	58	—	49	47	43	49	53	40	47	40	44	40
7. VIII.	Coffeïn	0,1 »	58	53	43	55	55	55	51	53	48	41	46	44
8. VIII.	Theeöl	2,4 »	61	54	50	46	49	47	45	47	49	46	47	48
10. VIII.	Normal	—	63	53	61	55	56	53	50	51	50	55	48	52
11. VIII.	Ilex	20,0 »	70	60	58	59	57	61	57	57	55	53	52	45
12. VIII.	Coffeïn	0,1 »	62	50	49	47	48	49	51	52	49	48	48	49
15. VIII.	Normal	—	62	52	52	49	53	52	50	51	47	53	47	50

Auch hinsichtlich der Hubzahl macht sich bei diesen Versuchen ein recht bedeutender Uebungseinfluss bemerkbar. Die Zusammenfassung der beiden Anfangscurven aller Versuche zu drei auf einander folgenden Durchschnitten gibt die Zahlen 46 55 59. Somit ist die Hubzahl im Laufe der Versuchszeit von 100 auf 128 gestiegen. Die durchschnittlichen Hubzahlen der vier Normalversuche sind 39 47 54 52. Die Steigerung ist hier noch etwas größer, von 100 auf 133, während sie bei den Versuchen Dr. Hoch's

nur sehr unbedeutend war. Die Hubgröße betrug durchschnittlich in den beiden ersten Curven von je vier Versuchen: 30,3 29,4 29,1. In den vier Normalversuchen stellte sich die Hubgröße aus allen Curven durchschnittlich auf 23,7 27,9 27,6 28,9. Hier ist vielleicht eine Uebungswirkung anzunehmen, während in den Anfangscurven davon nichts zu bemerken ist. Im Ganzen scheint demnach Gesammtleistung und Hubzahl durch die Uebung gleichmäßig beeinflusst zu werden. Die Zunahme der ersteren kommt wesentlich durch Vermehrung der Hubbewegungen, weit weniger durch Steigerung der Hubgröße zu Stande.

Einen ersten Ueberblick über den Verlauf der verschiedenen Versuche gibt die Tabelle XI. In derselben sind die durchschnittlichen Leistungen der ersten beiden Curven aller Versuche denjenigen der 3.—7. und der 8.—12 gegenüber gestellt.

Tabelle XI.

	Anfangsleistung	Leistung der	
		3.—7. Curve	8.—12. Curve
Normalversuche	1603 (100,0)	1304 (81,4)	1178 (73,5)
Theeölversuche	1494 (100,0)	1192 (79,8)	975 (65,3)
Coffeïnversuche	1554 (100,0)	1325 (85,2)	1121 (72,1)
Ilexversuche.	1668 (100,0)	1473 (88,3)	1240 (74,3)

Soweit wir das aus der Anfangsleistung zu beurtheilen vermögen, war hier die allgemeine Disposition bei den Theeölversuchen am ungünstigsten, bei den Ilexversuchen am besten. Die ersteren lagen in der ganzen Versuchsreihe verhältnissmäßig früh, so dass sie durch den Einfluss der Uebung vielleicht weniger gefördert wurden, als die übrigen Versuche. Andererseits begann der Ilexversuch vom 11. August mit einer wohl zufällig besonders hohen Anfangsleistung. Von den Coffeïnversuchen fiel der dritte und noch mehr der erste anscheinend auf einen nicht sehr günstigen Tag.

Der weitere Verlauf der Versuche entspricht im wesentlichen ihrem Beginne. Die Theeölversuche zeigen die bei weitem niedrigsten Werthe, während nach der Einwirkung von Ilex dauernd hohe

Arbeitsleistungen auftreten. Nirgends freilich erheben sich die späteren Leistungen über die ersten Zahlen. Die Ermüdungswirkung ist durchgängig so stark, dass sie unter allen Umständen die Arbeitsfähigkeit fortschreitend sinken lässt. Der Nachweis einer Arzneiwirkung wird durch diesen Umstand erheblich erschwert. Bei näherer Betrachtung gewinnt es aber doch vielleicht den Anschein, als ob die Theeölversuche ein auffallend niedriges Ergebniss geliefert haben. Zwar könnte die zweite Zahl der Tabelle wohl noch durch die ungünstigere Anfangsdisposition erklärt werden, aber die Schlussleistung bleibt doch so erheblich hinter dem Normalversuche zurück, dass die Vermuthung einer lähmenden Wirkung des Mittels große Wahrscheinlichkeit erhält. Noch deutlicher wird das, wenn wir die Procentzahlen ins Auge fassen, die in Klammern beigefügt sind. Andererseits scheint der Abfall der Leistungsfähigkeit bei den Ilexversuchen ein geringerer zu sein, als wir ihn, auch unter Berücksichtigung der Anfangsdisposition, erwarten sollten; dafür spricht namentlich die Procentzahl. Weniger gilt das von der Schlussleistung. Wir würden demnach eine langsam eintretende Lähmung durch das Theeöl und eine rasch vorübergehende Steigerung der Muskelleistung durch Ilex zu verzeichnen haben, Beides unseren früheren Ergebnissen entsprechend, nur weit weniger ausgeprägt.

Leider wird diese Auffassung durch die Betrachtung der einzelnen Versuche nur sehr unvollkommen bestätigt. Der erste Versuch mit Theeöl würde freilich ganz in diesem Sinne zu verwerthen sein; der zweite jedoch enthält gerade gegen den Schluss verhältnissmäßig hohe Werthe, die keineswegs auf eine Lähmung hindeuten. Auch die beiden Ilexversuche zeigen klare Gesetzmäßigkeit. Ueberhaupt aber bemerken wir in den ganzen Versuchsreihen ganz außerordentlich große, unregelmäßige Schwankungen, wie sie uns bei den Versuchen Dr. Hoch's nicht begegneten. Der Grund derselben mag zum Theil in persönlichen Eigenthümlichkeiten zu suchen sein, zum Theil aber auch auf der geringeren Uebung Dr. Jost's beruhen. Die Deutung der einzelnen Veränderungen in der Leistungsfähigkeit wird durch die Größe der zufälligen Schwankungen eine äußerst unsichere; nur eine gewaltige Häufung von Versuchen könnte hier mit einiger Sicherheit die Wirkung der Arzneimittel aus der Fülle andersartiger, unberechenbarer Einflüsse herausschälen.

Wir werden daher auch die geringfügigen Abweichungen der Coffeïnversuche von der Norm mit großer Vorsicht aufzunehmen haben. Wie die Zahlen darthun, erscheint vielleicht der Abfall der Arbeitsleistung hier im Beginne etwas weniger stark, als bei den Normalversuchen, besonders unter Berücksichtigung der ungünstigeren Anfangsdisposition. In der That finden sich in allen Coffeïnversuchen bald nach der Einnahme des Mittels einzelne auffallend hohe Zahlen, so dass hier eine günstige Wirkung des Coffeïns nicht ausgeschlossen erscheint; allerdings dürfen wir nicht außer Acht lassen, dass ähnliche plötzliche Steigerungen auch in den Normalversuchen nicht selten vorkommen.

Ueber das Verhalten der Hubzahlen gibt die Tabelle XII näheren Aufschluss.

Tabelle XII.

	Anfangsleistung	Durchschnittsleistung der	
		3.—7. Curve	8. - 12. Curve
Normalversuche	55 (100,0)	48 (87,3)	45 (81,8)
Theeölversuche	50 (100,0)	45 (90,0)	41 (82,0)
Coffeïnversuche	51 (100,0)	49 (96,0)	45 (88,2)
Ilexversuche	58 (100,0)	52 (89,7)	47 (81,0)

Auch aus diesen Zahlen tritt zunächst die ungünstige Anfangsdisposition der Theeölversuche und die günstige der Ilexversuche hervor, die dann den weiteren Verlauf augenscheinlich noch beherrscht. Sichere Beziehungen zur Arzneiwirkung lassen sich aus diesem Grunde nicht feststellen. Auffallend erscheint die geringe Abnahme der Hubzahl nach Coffeïn, zumal wir früher durch dieses Mittel nicht sowohl die Hubzahl, als vielmehr die Hubgröße begünstigt sahen. Die Annahme einer Coffeïnwirkung an diesem Punkte wird dadurch noch zweifelhafter.

Die Hubgrößen finden sich in der Tabelle XIII zusammengestellt.

Tabelle XIII.

	Anfangsleistung	Durchschnittsleistung der	
		3.—7. Curve	8.—12. Curve
Normalversuche	29,3 (100,0)	27,1 (92,5)	26,5 (90,3)
Theeölversuche	29,8 (100,0)	26,5 (88,9)	23,6 (79,1)
Coffeïnversuche	30,2 (100,0)	26,9 (89,0)	25,1 (83,1)
Ilexversuche	28,9 (100,0)	28,1 (97,4)	26,5 (91,9)

Aus diesen Zahlen geht hervor, dass die Hubgröße im Beginne aller Versuchsarten nur sehr geringe Unterschiede zeigte. Die Verschiedenheit der Disposition äußerte sich wesentlich in der größeren oder geringeren Hubzahl. Der weitere Verlauf entspricht in keiner Weise unseren früher gewonnenen Ergebnissen. Wir sehen in den Theeöl- und Coffeïnversuchen die Hubgröße stärker abnehmen, als bei den Normalversuchen, während wir früher für die ersteren eine unbedeutende, für die letzteren eine unzweifelhafte Steigerung gefunden hatten. Nur die Ilexversuche würden mit ihrer Zunahme der Hubgröße sich den früheren Erfahrungen anschließen, aber gerade bei ihnen haben wir wegen der kleinen Gabe des Mittels Ursache, eine ausgeprägte Wirkung des Mittels für wenig wahrscheinlich zu halten.

Fassen wir zum Schlusse noch einmal die Gesammtleistung, Hubzahl und Hubgröße aller unter der Einwirkung der Mittel stehenden Curven zu einem Durchschnitte zusammen und bringen diese Werthe in Procentbeziehung zu den entsprechenden Größen der Normalversuche, so erhalten wir folgende Uebersicht:

Tabelle XIV.

	Durchschnittsleistung der 3.—12. Curve	Durchschnittliche	
		Hubzahl	Hubgröße
Normalversuche	100,0	100,0	100,0
Theeölversuche	87,3	93,5	93,7
Coffeïnversuche	99,4	102,1	97,0
Ilexversuche	109,3	108,7	101,9

Auch hier tritt ganz klar hervor, dass sich eine Wirkung gerade bei demjenigen Mittel, welches wir früher besonders wirksam fanden, beim Coffeïn, nicht nachweisen lässt. Der Ausfall der Theeölversuche würde bis auf die starke Verringerung der Hubgröße etwa unseren früheren Erfahrungen entsprechen, ebenso die Ilexwirkung, bei der wir nur eine ausgiebigere Steigerung der Hubgröße erwartet haben würden. Die Beweiskraft der Versuche mit den beiden letztgenannten Mitteln ist jedoch deswegen gering, weil der Ausfall derselben sich allenfalls auf die schon bei Beginn bestehende besondere Disposition beziehen ließe. Weiterhin aber erscheint es nicht recht verständlich, dass die Ilexversuche einen deutlichen Ausschlag geben, die Coffeïnversuche aber nicht. Man müsste dann schon annehmen, dass im Paraguaythee doch vielleicht außer dem Coffeïn noch Stoffe vorhanden wären, die eine ähnliche Wirkung zu erzeugen vermöchten. Auf alle Fälle bleibt aber die Wirkungslosigkeit des Coffeïn in den vorliegenden Versuchen unerklärt. Um dieser Thatsache nachzugehen, wurde noch eine Anzahl weiterer Versuche angestellt.

Zunächst folgte am 16. August ein Versuch mit Alkohol, der zeigen sollte, ob Dr. Jost vielleicht auf dieses Mittel deutlichere Veränderungen seiner Muskelermüdungscurven darbieten werde. Wir können diesen Versuch übergehen, da er vollkommen ergebnisslos verlaufen ist. Sodann wurde am 17. August ein Versuch angestellt, bei welchem gleichzeitig 0,6 g Coffeïn unter die Haut gespritzt und 4,8 g Theeölzucker innerlich genommen wurden. Das Ergebniss war folgendes:

Tabelle XV.

	1. u. 2. Curve	3.—7. Curve	8.—12. Curve
Durchschn. Arbeitsleistung	1660 (100,0)	1531 (92,2)	1337 (80,5)
Hubzahl	57 (100,0)	53 (93,0)	49 (86,0)
Hubgröße	29,1 (100,0)	28,9 (99,3)	27,3 (93,8)

Die Anfangsleistung ist hier eine ziemlich günstige. Noch besser war sie freilich in dem Alkoholversuche. Die je zwei ersten

Curven dieser beiden Versuche haben eine Durchschnittsleistung von 1736 Millimetern aufzuweisen und zeigen damit, dass Dr. Jost noch immer nicht auf der Höhe seiner Uebung angelangt war. Ein späterer Versuch vom 17. September lieferte sogar eine Anfangsleistung von 2313, d. h. 165,9% der Anfangsleistung des ersten Ergographenversuches. Vergleichen wir im Uebrigen den vorstehenden Versuch mit den in den Tabellen XI, XII und XIII niedergelegten Zahlen, so ergibt sich, dass die Abnahme der Arbeitsleistung durch die Ermüdung hier eine auffallend geringe ist. Obgleich der Anfangswerth nicht so sehr viel über dem Durchschnitte der Normalversuche und sogar noch unter demjenigen der Ilexversuche liegt, bleiben die beiden folgenden Zahlen sowohl an sich wie verhältnissmäßig erheblich über den entsprechenden Zahlen der Tabelle XI. Hier würden also in der That Anzeichen für eine Steigerung der Muskelleistung vorhanden sein. Weit weniger deutlich ist die Wirkung auf die Hubzahl. Die Abnahme derselben entspricht ziemlich genau dem Durchschnitte der Ilexversuche bei gleich hoher Anfangszahl. Vielleicht kann man daher eine günstige Beeinflussung herauslesen. Die Verhältnisszahlen bleiben ebenfalls entschieden über denjenigen der Normalversuche. Das Gleiche gilt in noch höherem Grade von der Hubgröße. Trotz des nicht gerade sehr günstigen Anfangswerthes sind die hier erzielten Zahlen an sich wie im Verhältnisse höher, als irgend einer der früher berechneten Durchschnitte. Das stärkere Hervortreten einer Wirkung auf die Hubgröße gegenüber der Hubzahl würde zudem ganz unseren früheren Erfahrungen entsprechen. Uns scheint daher die Annahme gegründet, dass bei diesem Versuche in der That eine deutliche Coffeïnwirkung auf die Muskelarbeit stattgefunden hat. Allerdings war auch die Gabe des Mittels eine recht große.

Ein weiterer Versuch wurde am 17. September zu dem Zwecke unternommen, den Einfluss der Ermüdung nach Möglichkeit zu verringern. Die Zahl der Curven wurde daher auf 8 vermindert, von denen 6 unter dem Einflusse des Mittels standen; die Zwischenzeiten wurden auf 10 Minuten ausgedehnt. Die Gabe betrug 0,4 g. Das Ergebniss war das folgende:

Tabelle XVI.

	1. u. 2. Curve	3.—5. Curve	6.—8. Curve
Durchschn. Arbeitsleistung	2313 (100,0)	2366 (102,5)	1562 (67,5)
Hubzahl	64 (100,0)	69 (107,8)	50 (78,1)
Hubgröße	36,1 (100,0)	34,3 (94,9)	31,2 (86,4)

Dieser Versuch ist der einzige, bei welchem nach dem Einnehmen des Mittels eine Zunahme der Arbeitsleistung zu verzeichnen ist. Allerdings darf derselbe nicht ohne weiteres mit den früheren verglichen werden; vielleicht hätte sich auch dort eine Steigerung der Arbeitswerthe geltend gemacht, wenn die nöthige Erholungszeit überall eingeschoben worden wäre. Gegen den Schluss des Versuches finden wir eine sehr bedeutende Senkung. Die Hubzahl steigt hier noch mehr, als die Gesammtleistung; die Hubgröße zeigt sogar, namentlich gegen Schluss, eine kleine Verminderung. Dieses letzte Ergebniss steht mit unseren früher gewonnenen nicht im Einklange.

Eine letzte Gruppe von Versuchen wurde nun von Dr. Jost in der Weise angestellt, dass den ganzen Tag über alle zwei Stunden eine Ergographencurve gezeichnet wurde, um 9, 11, 1, 3, 5, 7 und 9 Uhr. Eine Viertelstunde vor der zweiten dieser Curven wurde das Mittel genommen. Während der ganzen Versuchszeit war jeder anderweitige Genuss coffeïnhaltiger und selbstverständlich auch alkoholischer Getränke vollkommen ausgeschlossen. Einen Ueberblick über diese Versuche gibt die folgende Tabelle.

Tabelle XVII.

Datum	Mittel	9 Uhr	11 Uhr	1 Uhr	3 Uhr	5 Uhr	7 Uhr	9 Uhr
24. VIII.	Normalversuch .	1906	1945	1906	1985	1990	1908	2065
29. VIII.	Coffeïn 0,5 g . .	1898	2010	2138	2122	2150	2192	2180
31. VIII.	Normalversuch .	2054	1972	2066	1876	2052	2126	2254
2. IX.	Coffeïn 0,3 g . . } Theeöl 4,8 » . . }	2084	2012	2045	2148	2292	2036	1774
4. IX.	Ilex 20,0 » . .	2038	1982	1868	2020	2034	2102	2136
9. IX.	Normalversuch .	1984	1902	1918	2128	2042	1746	2118
11. IX.	Coffeïn 0,5 g . .	2006	2062	2252	2042	2354	2112	2268

Die Anfangsleistungen sind in diesen Versuchen ziemlich hoch; sie betragen im Durchschnitte 1996 Millimeter. Fasst man die ersten drei und die letzten vier Versuche zusammen, so lässt sich noch ein Uebungsfortschritt erkennen, von 1953 auf 2028. Die Anfangsdisposition war bei den Coffeïnversuchen am wenigsten günstig, am besten bei dem Versuche mit Coffeïn und Theeöl. Um über den Verlauf der Versuche einen Ueberblick zu gewinnen, empfiehlt es sich am meisten, immer die gleichartigen Versuche zu Mittelzahlen zusammenzufassen. Da es uns ferner hauptsächlich auf den Vergleich der ersten Curven mit den nächstfolgenden ankommt, so werden wir zweckmäßig aus den ersten Curven einerseits, aus den zweiten andererseits je ein Mittel bilden, ferner außerdem aber etwa die 2.—4. und die 5.—7. Curve zu einem Mittel zusammenfassen. Das Ergebniss dieser Berechnung, dem noch die Verhältnisszahlen zur Anfangsleistung hinzugefügt sind, enthält die nächste Tabelle.

Tabelle XVIII.

	Durchschnittsleistung der			
	1. Curve	2. Curve	2.—4. Curve	5.—7. Curve
Normalversuche	1981 (100,0)	1940 (97,9)	1965 (99,2)	2033 (102,6)
Coffeïnversuche	1952 (100,0)	2036 (104,3)	2104 (107,8)	2209 (113,2)
Coffeïn und Oel	2084 (100,0)	2012 (98,8)	2068 (99,2)	2034 (97,6)
Ilexversuch	2038 (100,0)	1982 (97,3)	1957 (96,0)	2091 (102,6)

Die Coffeïnversuche weisen hier eine deutliche Abweichung von den Normalversuchen auf. Sofort nach dem Einnehmen des Mittels hebt sich die Leistung, trotz der anfänglich ungünstigeren Disposition, um während der nächsten Stunden, ja während des ganzen Tages bedeutend über dem Normaldurchschnitte zu bleiben. Dem gegenüber weicht der Ilexversuch, sowie der Versuch mit Coffeïn und Theeöl in keiner Weise von den Normalversuchen ab; man müsste denn das Sinken der Leistung gegen Abend in jenem letzteren Versuche noch als Arzneiwirkung auffassen wollen. Die einzelnen Coffeïnversuche lassen den dauernd hohen Stand der

Leistungsfähigkeit an diesen Tagen gleichmäßig ebenso erkennen wie der Durchschnitt.

Ueber das Verhalten von Hubzahl und Hubgröße bei diesen Versuchen gibt uns die Tabelle XIX näheren Aufschluss.

Tabelle XIX.

	1. Curve	2. Curve	2.—4. Curve	5.—7. Curve
		Hubzahl		
Normalversuche	60 (100,0)	59 (98,3)	60 (100,5)	62 (103,0)
Coffeïnversuche	61 (100,0)	60 (99,2)	61 (100,8)	64 (106,3)
Coffeïn und Oel	55 (100,0)	55 (100,0)	59 (107,3)	59 (107,3)
Ilexversuch	58 (100,0)	59 (101,7)	58 (100,5)	61 (104,7)
		Hubgröße		
Normalversuche	33,0 (100,0)	32,9 (99,6)	32,6 (98,7)	32,9 (99,6)
Coffeïnversuche	32,3 (100,0)	33,9 (105,2)	34,5 (106,9)	34,4 (106,5)
Coffeïn und Oel	37,9 (100,0)	36,6 (96,5)	35,1 (92,5)	34,5 (91,0)
Ilexversuche	35,1 (100,0)	33,6 (95,6)	33,6 (95,5)	34,4 (98,0)

Die Veränderungen der Hubzahlen in den vorliegenden Versuchen sind im ganzen recht geringfügige. In den Coffeïnversuchen liegen diese letzteren durchgängig, aber schon von Anfang an, etwas höher, als in den Normalversuchen; erst gegen Abend findet sich eine gewisse Steigerung, deren Beziehung auf die Coffeïnwirkung aber wohl sehr zweifelhaft ist. Eher könnte man nach der Einwirkung von Coffeïn und Theeöl an einen Einfluss der Mittel denken; leider handelt es sich hier nur um einen einzigen Versuch. Ganz dasselbe gilt von dem Ilexversuche. Dagegen erkennen wir deutliche Veränderungen der Hubgröße nach Coffeïn. Diese Zahlen würden eine volle Bestätigung unserer früheren Ergebnisse enthalten und zugleich dafür sprechen, dass in der That die Wirkung des Coffeïns eine Reihe von Stunden andauert. Das Bild der folgenden Reihe ist dadurch etwas getrübt, dass die anfängliche Hubzahl hier eine ungewöhnlich niedrige war und daher die Hubgröße von vorn herein sehr hoch erscheint. Der Versuch ist aus diesem

Grunde mit den übrigen nicht recht vergleichbar. Der Ilexversuch endlich hat keine erkennbaren Abweichungen von der Norm gegeliefert.

Wir werden gestehen müssen, dass die Versuche Dr. Jost's, die leider nicht länger fortgesetzt werden konnten, viel Unbefriedigendes haben. An zahlreichen Punkten ergeben sich Widersprüche, die wir an der Hand des vorliegenden Materiales nicht zu lösen im Stande sind. Jedenfalls steht so viel fest, dass diese Versuchsperson wesentlich anders auf das Coffeïn reagirte, als Dr. Hoch. Wie es scheint, blieben kleinere Gaben bei ihr überhaupt wirkungslos, d. h. ihre Wirkung wurde durch die vielfachen anderweitigen Beeinflussungen, welche große Schwankungen der Werthe erzeugten, vollkommen verdeckt. Einigermaßen deutliche, wenn auch nicht ganz unzweifelhafte Wirkung trat erst bei dem Versuche vom 17. August auf, bei dem neben 4,8 g Theeöl nicht weniger als 0,6 g Coffeïn genommen wurden. Bei dem Versuche vom 17. September mit 0,4 g Coffeïn war die Wirkung schon wieder undeutlicher, während sie endlich bei der letzten Versuchsgruppe mit Gaben von 0,5 g Coffeïn sich mit größerer Entschiedenheit geltend zu machen begann. Allerdings begegnet uns hier die eigenthümliche Erscheinung, dass die günstige Wirkung anscheinend den ganzen Tag über anhielt, obgleich wir früher bereits nach einer Stunde ein Nachlassen der Wirkung feststellen konnten. Freilich handelte es sich dort um sehr viel kleinere Gaben des Mittels, meist nur um 0,1 g.

Aus diesen Erfahrungen geht hervor, dass bei Dr. Jost die Coffeïnwirkung auf die Muskelarbeit erst bei sehr viel höheren Gaben eintrat, als bei Dr. Hoch. Bei diesen höheren Gaben aber scheint sie zweifellos vorhanden zu sein und auch hauptsächlich die Hubgröße zu betreffen. Welches der besondere Grund dieses Verhaltens ist, wird sich schwer entscheiden lassen. Zunächst wäre es denkbar, dass eine angeborene geringere Empfindlichkeit gegen das Mittel vorliegt. Beispiele für solche Verschiedenheiten in der Empfindlichkeit gegen Gifte sind uns aus der reichen Erfahrung über den Alkohol geläufig genug. Zudem wissen wir, dass manche Personen auf den Genuss von Kaffee oder Thee ganz besonders heftig reagiren. Vielleicht könnte jene Herabsetzung der Empfäng-

lichkeit auch durch Gewöhnung an das Mittel erworben worden sein. Dr. Jost war in der That gewöhnt, regelmäßig Morgens und nach Tisch eine Tasse Kaffee, Abends 2 Tassen Thee zu sich zu nehmen. Gerade beim Coffeïn aber soll, wie Koch[1]) angibt, eine rasche Abstumpfung der Wirkung auf die Ergographencurve eintreten. Bei den letzten Versuchen war demnach völlige Enthaltung von coffeïnhaltigen Getränken vielleicht geeignet, die Empfindlichkeit gegen das Mittel ein wenig zu erhöhen.

Von Wichtigkeit ist es aber, zu erwähnen, dass Dr. Jost subjectiv die Wirkung der untersuchten Mittel sehr wohl empfand. Er hatte nach dem Coffeïn das Gefühl rascherer und leichterer Arbeit, welches nach einiger Zeit von demjenigen einer gewissen Erschwerung abgelöst wurde. Zugleich stellte sich Zittern der Finger, Herzklopfen und Harnfluth ein. Alle diese Erscheinungen konnte Dr. Hoch an sich in ganz ähnlicher Weise beobachten. Es wäre nach diesen Erfahrungen vielleicht nicht ausgeschlossen, dass bei Dr. Jost nicht die Coffeïnwirkung überhaupt, sondern nur die Beeinflussung der Muskelthätigkeit erst bei höheren Gaben aufgetreten wäre. Die Frage würde sich durch vergleichende Untersuchungen auf anderen Gebieten der Coffeïnwirkung haben zur Entscheidung bringen lassen. Endlich aber könnte man auch daran denken, dass vielleicht die Muskelwirkung bei Dr. Jost außerdem noch besonders langsam eintrat. Sie würde dann während der kurz dauernden ersten Versuche gar nicht recht zur Entwicklung gekommen und der Feststellung auf diese Weise entgangen sein. Für diese Möglichkeit würde sehr entschieden der Ausfall der letzten Versuchsreihen sprechen. Freilich wird man zunächst geneigt sein, die lange Dauer der Wirkung in denselben für ein Werk des Zufalles zu erklären und damit den Versuchen überhaupt jede Beweiskraft absprechen. Es ist möglich, dass dieser Einwand richtig ist. Auf der anderen Seite haben uns in letzter Zeit die Alkoholversuche Fürer's[2]) gezeigt, wie ganz unerwartet lange sich die Nachdauer einer einmaligen Alkoholgabe verfolgen lässt. Wenn jenes Mittel noch bis zum Abende des zweiten Tages deutlich nach-

1) Ergographische Studien, Dissertation. Marburg, 1894.
2) Archiv f. Psychiatrie, XXVII, 3. S. 970.

wirkt, so liegt die Möglichkeit sicher nahe, dass auch die Coffeïnwirkung wenigstens nach 10 Stunden noch nachweisbar sein könnte. Auch vom Alkohol kennen wir aus der täglichen Erfahrung eine sehr verschiedene Nachdauer seines Einflusses.

Ueber die Wirkung der übrigen Stoffe bei Dr. Jost ist wenig genug zu sagen. Subjectiv empfand er nach dem Theeöl eine gewisse Erheiterung. Aus den Versuchen geht nur eine ziemlich unsichere lähmende Wirkung hervor. Leider wurde das Mittel später, da man seine Wirkung noch nicht berechnet hatte, regelmäßig in Verbindung mit Coffeïn gegeben, so dass sich der Einfluss der beiden Stoffe nicht von einander trennen lässt. Der Paraguaythee blieb in der letzten Versuchsgruppe völlig wirkungslos, offenbar wegen der geringen Gabe. Auffallend ist die anscheinende, allerdings rasch vorübergehende Wirkung in den ersten Versuchen, trotz der damaligen sehr geringen Dosis. Täuschung durch Zufälligkeiten ist hier, wie bereits näher ausgeführt, nicht ausgeschlossen.

Es erscheint zum Schlusse nicht ohne Interesse, die letzte Versuchsgruppe noch unter einem Gesichtspunkte zu betrachten, der zwar mit den hier erörterten Fragen in gar keinem Zusammenhange steht, der uns aber einen kleinen Einblick in das wichtige Gebiet der Tagesschwankungen unserer körperlichen Leistungsfähigkeit thun lässt. Die Vertheilung der Versuche über den ganzen Tag macht es uns nämlich möglich, festzustellen, zu welchen Stunden des Tages durchschnittlich die größte Arbeit geleistet wurde. Wir stellen in der folgenden Tabelle zunächst die durchschnittliche Leistung jeder Curve der Normalversuche, dann aber auch die gleichen Werthe aus sämmtlichen Versuchen zusammen, deren Gang demjenigen der erstgenannten Zahlen überall folgt. Endlich fügen wir die durchschnittlichen Hubzahlen hinzu.

Tabelle XX.

Durchschnittsleistung der	9 Uhr	11 Uhr	1 Uhr	3 Uhr	5 Uhr	7 Uhr	9 Uhr
Normalversuche	1981	1940	1963	1996	2028	1927	2145
sämmtlicher Versuche . . .	1996	1984	2030	2046	2131	2033	2114
Hubzahl	59,1	58,9	61,1	60,1	61,9	62,3	61,6

Der ganz gleichartige Gang der beiden ersten Zahlenreihen macht es wahrscheinlich, dass die in ihnen sich ausdrückenden Schwankungen der Muskelarbeit keine zufälligen, sondern gesetzmäßige sind. Wir sehen, wie die Leistung zunächst im Laufe des Vormittags etwas abnimmt, um dann gegen 1 Uhr wieder ein wenig zu steigen. Von da ab findet eine bedeutende Zunahme statt, die bei dem Versuche um 5 Uhr ihre Höhe erreicht hat. Um 7 Uhr macht sich ein neues Sinken bemerkbar, das indessen bei dem letzten Versuche einem nochmaligen, recht erheblichen Ansteigen Platz macht. Die Hubzahl bietet im Ganzen weit geringere Schwankungen dar. Das Ansteigen derselben um 1 Uhr entspricht dem Verhalten der Arbeitsleistung; dagegen findet sich um 3 Uhr eine Senkung, später eine neue Zunahme, ähnlich dem Gange der ersten beiden Zahlenreihen. Allein hier bei der Hubzahl wird der Höhepunkt erst um 7 Uhr erreicht, und es folgt dem entsprechend um 9 Uhr kein weiteres Anwachsen, sondern eine Abnahme. Dabei muss übrigens betont werden, dass die Veränderungen der Hubzahl im Ganzen geringfügig sind; Zufälligkeiten muss also hier unzeifelhaft ein größerer Spielraum zugemessen werden, als bei den Schwankungen der Arbeitsleistung.

Die Deutung dieser Ergebnisse liegt, wie mir scheint, auf der Hand. Dieselben zeigen auf das Klarste die große Abhängigkeit der Muskelarbeit von der Nahrungsaufnahme. Das Frühstück wurde von Dr. Jost kurz nach 11 Uhr, das Mittagessen gegen 2 Uhr, das Abendessen nach 7 Uhr eingenommen; nach 3 Uhr wurde eine Tasse Milch getrunken. Nach jeder dieser Mahlzeiten sehen wir die Muskelleistung deutlich anwachsen. Bei der Hauptmahlzeit des Tages dauert die fortschreitende Steigerung mehrere Stunden an, entsprechend dem nach und nach sich vollziehenden Ersatze der verbrauchten Stoffe in den Geweben.

Dieses Ergebniss steht in leidlicher Uebereinstimmung mit denjenigen früherer Untersucher. Zum wenigsten ist die Abhängigkeit der Ergographencurve von der Nahrungsaufnahme schon öfters betont worden, von Mosso, Maggiora[1]), Lombard, Koch. In

1) Archiv f. Anatomie u. Physiologie, 1890, Physiologische Abtheilung, S. 227 ff.

Bezug auf den Gang der Muskelleistung im Laufe des Tages gehen jedoch die Angaben ziemlich weit auseinander. Lombard fand die Höhe seiner Leistungsfähigkeit gegen 10 Uhr Vormittags, den tiefsten Stand derselben Nachmittags 4 Uhr. Andere Forscher, wie Boguslawski und Patrizi, vermochten früh am wenigsten, am meisten dagegen Mittags oder Nachmittags zu leisten. Koch endlich lieferte früh die besten Curven, die sich gegen Mittag allmählich verschlechterten. Nach dem Essen stellte sich dann eine Zunahme ein, späterhin wieder eine Abnahme der Arbeitsleistung, bis endlich nach dem Abendessen um 8 Uhr von Neuem ein Ansteigen zu bemerken war.

Wir werden uns nicht darüber wundern, dass auf einem Gebiete, welches sicherlich durch persönliche Anlage und Lebensgewohnheiten in entscheidender Weise beeinflusst wird, die Ergebnisse im Einzelnen auseinander weichen. Namentlich Verschiedenheiten der Schlafcurve und der Mahlzeitenvertheilung müssen ja hier nothwendig sehr einschneidend wirken. Unsere Zahlen stimmen bezeichnender Weise am besten mit denjenigen des einzigen deutschen Forschers auf diesem Gebiete überein, der sich Dr. Jost wahrscheinlich hinsichtlich seiner Lebensgewohnheiten am meisten genähert haben wird. Die einzige Abweichung liegt in dem Umstande, dass bei Dr. Jost die Steigerung der Arbeitsleistung nach dem Mittagessen bis 5 Uhr noch Fortschritte machte, während sie bei Koch zwischen 4 und 6 Uhr bereits wieder zurückgegangen war. Koch ist geneigt, die Steigerung wegen ihres raschen Auftretens wesentlich für eine indirecte Wirkung der Nahrungsaufnahme zu halten (Circulations- und Secretionsänderung in den Abdominalorganen, Reflexe, Beseitigung des Hungergefühles) und sie zum allergeringsten auf den wirklichen Ersatz in den Geweben zu beziehen. Die Abweichung unserer Erfahrungen mag ihren Grund in der späteren Essenszeit, vielleicht auch in dem Milchgenusse um 3 Uhr haben. Dazu kommt gewiss auch der Umstand, dass Koch jedesmal eine ganze Reihe von Curven, Dr. Jost nur eine einzige schrieb. Im Uebrigen scheint uns die lange Dauer der Arbeitssteigerung bei Dr. Jost doch mit Bestimmtheit auf eine materielle Wirkung der aufgenommenen Nahrung hinzudeuten. Wir wissen, dass Flüssigkeiten, wie sie regelmäßig einen Bestandtheil der Mittagsmahlzeit

bildeten, außerordentlich schnell aufgesogen werden und in den Kreislauf gelangen, wie uns gerade die Erfahrungen mit Arzneimitteln darthun. Dass sich die unmittelbaren Wirkungen der Mahlzeit sehr bald in einer Erhöhung der Muskelarbeit geltend machen können, darf demnach wohl kaum bezweifelt werden. Maggiora ist auf Grund seiner vergleichenden Versuche mit elektrischer und Willensreizung des Muskels zu derselben Anschauung gelangt. Freilich wird ein nachhaltiger Ersatz der verbrauchten Stoffe in den Geweben erst dann zu erwarten sein, wenn allmählich auch die festen Bestandtheile der Nahrung verdaut und in das Blut aufgenommen werden. Gerade auf diese Spätwirkung der Mahlzeit glauben wir daher die Steigerung der Arbeitsleistung gegen 5 Uhr beziehen zu dürfen.

Die Aenderungen der Muskelleistung bei Dr. Jost stehen in bemerkenswerthem Gegensatze zu den Angaben, die Kraepelin[1]) über den Gang der psychischen Disposition im Laufe des Tages gemacht hat. Namentlich fehlt hier die starke Abnahme der Leistungsfähigkeit unmittelbar nach dem Essen und ebenso das Sinken in den Abendstunden, endlich das Ansteigen im Laufe des Vormittags. Es wird sich zur Zeit nicht entscheiden lassen, ob es sich in diesen Punkten um persönliche Verschiedenheiten handelt. Das wäre gerade auf diesem Gebiete sehr wohl möglich, wie die Mittheilungen von Ostankow und Gran[2]), wie von Higier[3]) darthun. Das Fehlen der Senkung nach Tisch, die uns für die geistige Arbeit allgemein so wohlbekannt ist, scheint aber im Verein mit den Erfahrungen anderer Untersucher mehr dafür zu sprechen, dass der Gang der muskulären Leistungsfähigkeit bei einem sonst nicht körperlich arbeitenden Manne durch die Nahrungsaufnahme wesentlich anders beeinflusst wird, als die geistige Thätigkeit. Diese Auffassung würde eine wichtige Stütze erhalten, wenn es gestattet wäre, den Gang der Hubzahl nicht als den Ausdruck von Zufälligkeiten zn betrachten. Gerade die Hubzahl zeigt nämlich fast genau das Verhalten, welches Kraepelin für die psychische Disposition beschrieben hat. Hier sehen wir in der That die Leistung

1) Ueber psychische Disposition, Archiv f. Psychiatrie, XXV, 2.
2) Neurologisches Centralblatt, 1893, 9.
3) Ebenda, 1893, 13.

gegen Mittag ansteigen, nach dem Essen sinken, von Neuem ansteigen bis gegen Abend und endlich wiederum sinken. Mittags wie Abends macht sich also nach der Nahrungsaufnahme keine Erhöhung, sondern eine Herabsetzung der Hubzahl bemerkbar. Auf die Deutung dieses eigenthümlichen Gegensatzes werden wir später näher einzugehen Gelegenheit haben.

e. Versuche Dr. Hibbard's.

Die während des April 1895 im McLean Hospital unternommenen Versuche Dr. Hibbard's schließen sich in ihrer Ausführung wesentlich an diejenigen Dr. Hoch's an; nur wurden an jedem Tage nicht mehr als 6 Curven gezeichnet. Nach der zweiten Curve wurde an jedem zweiten Tage 0,5 g Coffeïn genommen. Auf andere Stoffe erstreckten sich diese Versuche nicht. Der Apparat war in der Hauptsache dem in Heidelberg benutzten gleich. Eine Zusammenstellung der erhaltenen Werthe ergibt die folgende Tabelle.

Tabelle XXI.

Datum	Versuche	Leistungen der einzelnen Curven in Millimetern					
12. IV.	Normalversuch	1248	1322	1173	1221	1037	853
13. IV.	Coffeïnversuch	1228	1033	1269	1260	1203	1104
14. IV.	Normalversuch	1285	1250	1314	1158	1208	1134
15. IV.	Coffeïnversuch	1154	1150	1512	1465	1479	1293
16. IV.	Normalversuch	1453	1577	1537	1527	1291	1223
17. IV.	Coffeïnversuch	1351	1368	1403	1421	1312	1317

Die Leistungen dieser Versuche sind im Ganzen niedriger, als diejenigen der früheren, aber sie sind recht gleichmäßige, namentlich gegenüber den Versuchen Dr. Jost's. Ein Uebungsfortschritt lässt sich auch hier deutlich erkennen. Die Zusammenfassung der beiden ersten Curven je zwei aufeinander folgender Versuche liefert die Durchschnittsleistungen 1208 1210 1437. Die Steigerung entspricht einer solchen von 100 auf 119. Berücksichtigen wir in ähnlicher Weise die durchschnittlichen Gesammtleistungen nur der Normal-

versuche, so erhalten wir die Zahlen 1142 1225 1435, also ein Ansteigen von 100 auf 126. Da die Anzahl der Versuche verhältnissmäßig gering ist, so haben wir den Uebungsfortschritt als einen sehr beträchtlichen anzusehen. Diese bedeutende Uebungsfähigkeit hängt zum Theile mit dem Umstande zusammen, dass die Versuchsperson bis dahin keine Ergographenversuche angestellt hatte. Weit höher aber muss gewiss der Einfluss der persönlichen Veranlagung angeschlagen werden. Von großem Interesse ist endlich noch die Thatsache, dass der Uebungsfortschritt sich in entschieden höherem Maße bei der Betrachtung der Gesammtversuche, als bei den Anfangscurven herausstellt. Daraus scheint hervorzugehen, dass durch die Uebung gerade auch die Ermüdbarkeit günstig beeinflusst wird. Das Gleiche war bei Dr. Jost der Fall, während bei dem schon recht eingeübten Dr. Hoch diese Erscheinung nicht bemerkbar war. Das Verhalten der Hubzahlen in diesen Versuchen gibt die folgende Tabelle wieder.

Tabelle XXII.

Datum	Versuche	Durchschnittliche Hubzahlen					
12. IV.	Normalversuch	54	57	51	55	49	40
13. IV.	Coffeïnversuch	53	46	57	46	58	59
14. IV.	Normalversuch	54	54	61	55	62	58
15. IV.	Coffeïnversuch	60	62	64	67	62	64
16. IV.	Normalversuch	68	74	83	79	68	69
17. IV.	Coffeïnversuch	61	60	66	61	66	64

Die Hubzahlen sind im allgemeinen größer, als diejenigen der andern Versuchspersonen, besonders Dr. Hoch's. Der Uebungszuwachs berechnet sich aus den ersten beiden Curven aller Versuche auf 53 zu 57 zu 66 Hubbewegungen, d. h. auf 25%. Aus den Normalversuchen erhalten wir die Durchschnittsreihe 51 57 73, also einen Fortschritt um 43%. Die Hubzahl ist demnach, gerade wie bei Dr. Jost, durch die Uebung in höherem Grade begünstigt worden, als die Gesammtleistung; ferner aber begegnet uns auch

hier ein besseres Ergebniss, wenn wir die gesammten Normalversuche ins Auge fassen. Die Ermüdungseinflüsse auf die Hubzahl werden also durch die Uebung noch ganz besonders abgeschwächt. Die Hubgrößen betrugen für die ersten beiden Curven aller Versuche durchschnittlich 22,8 21,2 21,8, für die gesammten Normalversuche dagegen 22,4 21,5 19,7. Wir ersehen daraus, dass die Hubgröße bei Dr. Hibbard keinerlei Uebungswirkung erkennen lässt, sich im Gegentheil im Laufe der Versuchszeit verkleinert, obgleich sie schon an sich ziemlich gering ist.

Zur besseren Uebersicht über den Verlauf der Versuche wollen wir die gleichartigen Versuche zu Mittelzahlen zusammenfassen; außerdem sollen noch je zwei aufeinander folgende Curven jeweils vereinigt werden. Die Ergebnisse dieser Berechnung sind folgende:

Tabelle XXIII.

	1. u. 2. Curve	3. u. 4. Curve	5. u. 6. Curve
Normalversuche	1356 (100,0)	1322 (97,5)	1124 (82,9)
Coffeïnversuche	1214 (100,0)	1388 (114,3)	1245 (102,6)

Die Anfangsdisposition der Coffeïnversuche war demnach ungünstiger, als diejenige der Normalreihen. Das tritt sehr deutlich auch in allen einzelnen Versuchen hervor. Trotzdem sehen wir im weiteren Verlaufe sofort unter dem Einflusse des Coffeïn die Werthe bedeutend ansteigen, so dass nicht nur die Anfangszahlen, sondern auch die Normalzahlen weit übertroffen werden. Gegen den Schluss der Versuche ist dieses Verhalten noch deutlicher, als am Anfange. Dadurch wird die früher ausgesprochene Vermuthung bestätigt, dass größere Coffeïngaben, wie sie hier und bei Dr. Jost angewendet wurden, längere Zeit nachwirken können. Höchst wahrscheinlich war wenigstens hier nach 40 Minuten die Höhe der Wirkung noch nicht überschritten, vielleicht sogar noch lange nicht erreicht. Jedenfalls liefern uns diese Versuche eine vollkommene Bestätigung der bei Dr. Hoch gewonnenen Ergebnisse.

Das Verhalten der Hubzahlen, nach gleicher Art berechnet, zeigt die Tabelle XXIV.

Tabelle XXIV.

	1. u. 2. Curve	3. u. 4. Curve	5. u. 6. Curve
Normalversuche	60 (100,0)	64 (106,7)	58 (96,7)
Coffeïnversuche	57 (100,0)	60 (105,3)	62 (108,8)

Auch hier treffen wir beim Coffeïnversuche eine weniger günstige Anfangsdisposition. Im weiteren Verlaufe steigert sich zunächst die Hubzahl, unter dem Coffeïneinflusse sogar bis zum Schlusse, während sie in den Normalversuchen wieder sinkt. Ohne Zweifel wird somit hier auch die Hubzahl durch Coffeïn vermehrt, allerdings nicht in dem Maße wie die Arbeitsleistung.

Einen weiteren Einblick in diese Verhältnisse gewährt die folgende Tabelle.

Tabelle XXV.

	Hubgröße in der		
	1. u. 2. Curve	3. u. 4. Curve	5. u. 6. Curve
Normalversuche	22,6 (100,0)	20,7 (91,4)	19,4 (85,7)
Coffeïnversuche	21,3 (100,0)	23,1 (108,6)	20,1 (94,3)

Die Hubgröße steigt also trotz anfänglich ungünstigerer Lage in den Coffeïnversuchen alsbald erheblich an und bleibt bis zum Schlusse über den entsprechenden Werthen der Normalversuche. Im Beginne sieht man beide Versuchsgruppen hier weiter auseinandergehen, als hinsichtlich der Hubzahl. Später allerdings überwiegt die Beeinflussung dieser letzteren. Fassen wir jedoch zum Schlusse alle 3.—6. Curven aller Versuche zusammen, um nach Möglichkeit zufällige Einflüsse auszuschließen, und setzen wir die Durchschnittszahlen der Normalversuche = 100, so erhalten wir für die mittlere Leistung der Coffeïnversuche den Werth 109,3, für die Hubzahl 100,8 und für die Hubgröße 108,4. Es wird nunmehr also auch hier deutlich, dass die Zunahme der Arbeitsleistung unter dem Einflusse des Coffeïn wesentlich durch Anwachsen der Hubgröße zu Stande kommt, wie wir das früher bereits eingehend

nachgewiesen haben. Zwischen den Versuchen Dr. Hoch's und den vorliegenden herrscht demnach hinsichtlich der Coffeïnwirkung nach jeder Richtung vollkommene Uebereinstimmung. Wir dürfen daher diese Ergebnisse als den Ausdruck des gesetzmäßigen Verhaltens ansehen. Das abweichende Verhalten Dr. Jost's muss auf besonderen, uns einstweilen nicht näher bekannten Umständen beruhen.

f. Versuche des Herrn Reis.

Wir haben nun endlich noch eine kleine Reihe von Versuchen zu betrachten, welche im September 1894 von Herrn cand. med. Reis ausgeführt wurden. Sie schlossen sich in jeder Beziehung an die Versuche Dr. Hoch's an. Jeder Versuch enthielt 8 Curven; Normaltage wechselten mit Coffeïntagen ab. Das Mittel wurde nach der 2. Curve genommen; die Pausen zwischen den einzelnen Curven betrugen 10 Minuten. Einen ersten Ueberblick über die Ergebnisse bietet die folgende Tabelle.

Tabelle XXVI.

Datum	Versuche	Ergebnisse							
12. IX.	Normalversuch	918	830	560	548	550	532	522	511
13. IX.	Normalversuch	1446	1309	1328	985	749	612	538	525
14. IX.	Coffeïn 0,3 g	1555	1354	*1332	1186	1047	949	712	608
15. IX.	Normalversuch	—	1430	1395	1327	1171	1042	916	760
16. IX.	Coffeïn 0,4 g	1673	1605	*1536	1391	1480	1391	1133	1013
17. IX.	Normalversuch	1818	1619	1512	1543	1452	1304	1118	1019
18. IX.	Coffeïn 0,5 g	1900	1539	*1741	1751	1517	1348	1109	849
19. IX.	Normalversuch	1791	1757	1735	1741	1751	1791	1690	1481

Was an diesen Zahlen vor allem in die Augen fällt, ist der ganz außerordentlich große Einfluss, den hier die Uebung ausgeübt hat. Fassen wir je die zwei ersten Curven von vier Versuchen zu einer Mittelzahl zusammen, so erhalten wir die Werthe 1303 und 1712. Das bedeutet einen Uebungsfortschritt von 100 auf 131. Weit stärker noch tritt der Einfluss der Uebung hervor, wenn wir

die durchschnittliche Leistung aller Curven der Normalversuche in eine Reihe ordnen. Die Zahlen sind folgende: 621 937 1203 1423 1717. Die Leistung des ersten Normalversuches verhält sich also zu derjenigen des letzten wie 100 zu 276.

Ganz die gleiche Erscheinung zeigen uns die Hubzahlen.

Tabelle XXVII.

Datum	Versuche	Hubzahlen							
12. IX.	Normalversuch	27	26	18	18	16	15	15	14
13. IX.	Normalversuch	40	40	45	36	27	23	17	17
14. IX.	Coffeïn 0,3 g	45	39	*39	38	34	33	23	21
15. IX.	Normalversuch	—	40	44	49	41	36	34	32
16. IX.	Coffeïn 0,4 g	46	51	*50	46	47	48	37	35
17. IX.	Normalversuch	57	59	54	55	53	49	43	40
18. IX.	Coffeïn 0,5 g	67	51	*59	62	52	51	45	32
19. IX.	Normalversuch	63	62	59	66	74	71	63	57

Die Durchschnittswerthe der beiden ersten Curven aus je vier Versuchen betragen hier 36 und 57, d. h. es findet eine Steigerung von 100 auf 158 statt. Die einzelnen Normalversuche liefern für alle Curven folgende Durchschnittszahlen: 19 31 40 58 64. Wir haben demnach ein Anwachsen der Hubzahlen von 100 auf 337 vor uns. Es ergibt sich somit, was wir auch früher bereits gefunden hatten, dass die Uebung in höherem Maße die Hubzahl als die Gesammtleistung steigert. Die einzelnen Curven werden ausgedehnter, ohne dass die durchschnittliche Ausgiebigkeit der Bewegung zunimmt. Das wird noch deutlicher, wenn wir die mittlere Hubgröße wirklich berechnen. Für die ersten zwei Curven je vier aufeinanderfolgender Versuche betrug dieselbe 36,2 und 30,0; es fand also mit fortschreitender Uebung geradezu eine Abnahme statt. Das gleiche Bild zeigt die Zusammenfassung aller Curven der einzelnen Normalversuche. Wir erhalten hier die Zahlen 32,7 30,2 30,1 24,5 26,8.

Bevor wir in unserer Betrachtung weitergehen, wird es nothwendig sein, die Lücke auszufüllen, welche durch eine Störung am

Kymographion zu Beginn des vierten Versuches entstanden ist. Die großen Unterschiede zwischen den ersten und zweiten Zahlen der einzelnen Versuche gestatten uns hier nicht, für die Berechnung von Durchschnitten einfach den zweiten hier erhaltenen Werth doppelt in Rechnung zu setzen, noch weniger etwa, die erste Curve ganz zu vernachlässigen und eine von der Versuchsperson gelieferte überschüssige Curve mit zu berücksichtigen. Vielmehr haben wir geglaubt, am zuverlässigsten dadurch die Lücke unschädlich zu machen, dass wir aus allen übrigen Versuchen das durchschnittliche Verhältniss der ersten zu den zweiten Werthen berechnet und nach diesem Verhältnisse die muthmaßliche Größe des ersten Werthes feststellten. Auf diese Weise ergab sich die Curvenleistung 1585 Millimeter und die Hubzahl 42. Beide Werthe sind auch schon bei unseren bisherigen Betrachtungen eingesetzt worden.

Die sehr ausgeprägten Uebungswirkungen in den vorliegenden Versuchen werden es für unsere weiteren Untersuchungen zweckmäßig erscheinen lassen, die beiden ersten Normalversuche zunächst nicht zu berücksichtigen; sie würden das Bild zu Ungunsten der Normalversuche zu sehr verschieben. Fassen wir nur die 6 letzten Versuche zusammen, so haben wir je drei Versuche der gleichen Art vor uns, die im regelmäßigen Wechsel auf einander folgen und dadurch den Vergleich der Ergebnisse sehr leicht machen. Wir wollen, wie früher, die beiden ersten, die 3.—5. und die 6.—8. Curve der gleichartigen Versuche zu je einem Mittel zusammenfassen.

Tabelle XXVIII.

	1. u. 2. Curve	3.—5. Curve	6.—8. Curve
Normalversuche	1667 (100,0)	1514 (90,8)	1236 (74,1)
Coffeïnversuche	1604 (100,0)	1442 (89,9)	1012 (63,1)

Diese Zahlen zeigen uns, dass die Coffeïnversuche sofort eine geringere Anfangsleistung dargeboten haben, als die Normalversuche. Eine Erklärung für diese Thatsache kann uns der Umstand geben, dass die verglichenen Normalversuche hier überall auf die Coffeïnversuche folgten und daher auf einer höheren Uebungsstufe standen.

Gerade hier, wo die Uebung nachweislich einen so bedeutenden Einfluss ausgeübt hat, werden wir diesen Umstand wesentlich mit berücksichtigen müssen. Der weitere Verlauf der Versuche spricht in keiner Weise für eine günstige Wirkung des Coffeïns. Im Gegentheil weichen die Leistungen beider Versuchsgruppen immer weiter aus einander, wie die Verhältnisszahlen am besten darthun. Wir würden daher geradezu eine Herabsetzung der Muskelleistung durch das Coffeïn hier zu verzeichnen haben.

Der Widerspruch dieses Ergebnisses mit unseren früheren Erfahrungen veranlasst uns jedoch, noch einmal die Frage zu prüfen, welchen Einfluss etwa der verschiedene Stand der Uebung bei beiden Versuchsgruppen auf den Ausfall derselben gehabt hat. Zu einer Prüfung dieser Frage stehen uns hauptsächlich zwei Wege offen. Zunächst können wir aus den Normalversuchen den mittleren Uebungszuwachs für die einzelnen Versuche berechnen und nun untersuchen, wie sich die Coffeïnversuche gestaltet haben würden, wenn sie auf der gleichen Uebungsstufe gestanden hätten wie jene ersteren. Dabei wird es sich empfehlen, den Uebungszuwachs für die in der obigen Tabelle unterschiedenen Curvengruppen gesondert zu berechnen, da wir nicht wissen können, ob die Uebung alle Curven eines Versuches in gleichem Maße beeinflusst. Die Berechnung selbst führen wir in Anlehnung an das von Amberg angewandte Verfahren am besten derart aus, dass wir die Zahlen des ersten Normalversuches nach einander mit den entsprechenden Werthen aller folgenden Normalversuche vergleichen. Die einzelnen Differenzen werden durch die Anzahl der außer dem ersten jeweils betheiligten Versuche dividirt und dann zu einem Durchschnitte vereinigt. In gleicher Weise sind dann auch die Differenzen entsprechender Werthe aller folgenden Normalversuche untereinander zu ermitteln und unter gleichmäßiger Vertheilung ihres Betrages auf die einzelnen Versuche mit den früher gewonnenen Zahlen zu einem Gesammtdurchschnitte zusammenzufassen. Aus dem so erhaltenen Endergebniss erfahren wir, um wieviel Einheiten im Mittel die Zahlen von Versuch zu Versuch fortgeschritten sind. Wie man sich übrigens leicht überzeugt, genügt es vollständig, nur die eine Hälfte dieser Werthe zu berechnen, da sich symmetrische Zahlengruppen bilden. Als ersten Normalversuch betrachten wir für diese

Berechnung denjenigen vom 13. September, der dem ersten Coffeïnversuche unmittelbar vorangeht und uns so einen vollständigen Ueberblick über die hier in Frage kommenden Uebungswirkungen ermöglicht.

Als durchschnittlichen Uebungszuwachs im einzelnen Versuche erhalten wir auf diese Weise für die ersten beiden Curven 70, für die 3.—5. 118 und für die 6.—8. Curve 177 Millimeter. Um diese Beträge also wären die thatsächlichen Leistungen der Coffeïntage zu erhöheu, wenn sie auf der gleichen Uebungsstufe stehen sollen wie die Normalversuche. Das ergibt folgende Zahlen: 1674 (100,0) 1560 (92,2) 1189 (71,0). Hier zeigt sich zunächst, dass nach dieser Verbesserung die Werthe für die ersten Curven mit denen der Normalversuche sehr gut übereinstimmen, dass also die frühere Abweichung fast nur durch den verschiedenen Uebungsgrad bedingt wurde. Weiterhin stellt sich heraus, dass der Uebungszuwachs für die späteren Curven fortschreitend zunimmt; für die letzten Curven ist er etwa $2^1/_2$ mal so groß wie für die beiden ersten. Die Uebung hat demnach ganz besonders die Wirkung, die Ermüdbarkeit herabzusetzen, welche bei unvollkommener Uebung ein frühes und starkes Sinken der Arbeitsleistung herbeiführt. Der rechnerische Ausgleich dieser Wirkung, wie wir ihn hier vorgenommen haben, verändert das Bild der Coffeïnversuche nicht unwesentlich. Namentlich die zweite Durchschnittszahl erhebt sich nunmehr nicht nur verhältnissmäßig, sondern auch an sich über die entsprechende Zahl der Normalversuche. Der letzte Werth bleibt allerdings auch jetzt noch etwas hinter der Leistung jener Versuche zurück. Die Ursache dieses Verhaltens liegt, wie ein Blick auf die Tabelle XXVI zeigt, hauptsächlich in den beiden letzten Versuchen. Der Normalversuch vom 19. IX. stand in seiner zweiten Hälfte offenbar unter dem Einflusse einer ganz ungewöhnlich günstigen Disposition, während der Coffeïnversuch vom 18. IX. zwar mit einer recht hohen Leistung begann, aber zum Schlusse die Spuren einer beträchtlichen Ermüdung darbot. Wir müssen es daher einstweilen zweifelhaft lassen, ob hier wirklich, wie es den Anschein hat, eine spätere lähmende Wirkung des Coffeïns auf die Muskelarbeit vorliegt. Dagegen können wir es als wahrscheinlich bezeichnen, dass die geringe Erhebung der Werthe in den ersten Curven nach dem Coffeïngenusse wohl auch hier eine

Erleichterung der Muskelthätigkeit anzeigt, die zunächst durch die ungünstige Stellung der Coffeïnversuche in der Uebungsreihe verdeckt wurde.

Ein zweiter Weg, die beiden Versuchsgruppen in vergleichbare Form zu bringen, lässt sich dadurch eröffnen, dass wir aus den Normalversuchen den muthmaßlichen Ausfall der zwischen ihnen liegenden Versuche für den Fall berechnen, dass in denselben kein anderer, als der Uebungseinfluss wirksam gewesen wäre. Zu diesem Zwecke haben wir für jede Curvengruppe der Coffeïnversuche statt der thatsächlichen Leistung die mittlere Leistung der beiden benachbarten Normalversuche eingesetzt. Die Mittelwerthe aus diesen Zahlen geben uns ein Bild davon, wie die Coffeïnversuche ohne Coffeïnwirkung voraussichtlich hätten verlaufen müssen. Wir erhalten folgende Reihe: 1601 (100,0) 1394 (87,1) 1031 (64,4). Die erste Zahl bietet eine erfreuliche Uebereinstimmung mit dem wirklichen Versuchsergebnisse dar und lehrt uns damit, dass die angewandte Berechnung gut gegründet ist. Der zweite Werth liegt nicht unerheblich unter der thatsächlich erhaltenen Zahl. Wir müssen daraus schließen, dass in dem Versuche eine Ursache wirksam gewesen sein muss, welche die Arbeitsleistung steigerte. Im letzten Durchschnitte endlich erhebt sich der berechnete etwas über den erhaltenen Werth. Auch hier würde demnach an eine spätere lähmende Wirkung des Coffeïns gedacht werden können, wenn nicht die Betrachtung der einzelnen Versuchstage das Eingreifen von Zufälligkeiten vorerst wahrscheinlicher machte. Die Zahl der Versuche ist verhältnissmäßig zu klein, als dass wir die geringen Abweichungen zu einem Schlusse verwerthen dürften, der in unseren sonstigen Erfahrungen keine genügende Stütze findet.

Die Zusammenstellung der Hubzahlen nach den oft angeführten Grundsätzen liefert uns folgende Tabelle.

Tabelle XXIX.

	1. u. 2. Curven	3.—5. Curven	6.—8. Curven
Normalversuche	54 (100,0)	55 (101,9)	47 (87,0)
Coffeïnversuche	50 (100,0)	47 (94,0)	36 (72,0)

Diese Tabelle zeigt uns, dass die Hubzahl in den Coffeïnversuchen von Anfang an hinter derjenigen der Normalversuche zurücksteht. Wir werden auch hier sogleich untersuchen, wie weit daran die verschiedene Uebungsstufe Schuld trägt. Berechnen wir in der früher geschilderten Weise den Uebungszuwachs, den die Normalversuche vor den Coffeïnversuchen voraus haben, so erhalten wir für die einzelnen Curvengruppen die Zahlen 4,2 4,9 7,3, die wir zweckmäßig abzurunden haben werden. Um diese Zahl von Hebungen würden die Coffeïnversuche sich vergrößert haben, wenn ihnen überall noch ein weiterer Uebungstag vorausgegangen wäre, wie das bei den Normalversuchen der Fall war. Wir werden daher, um vergleichbare Zahlen zu erhalten, den durchschnittlichen Hubzahlen der Coffeïnversuche der Reihe nach die Zahlen 4, 5 und 7 hinzuaddiren müssen. So ergeben sich die Werthe 54 (100,0) 52 (96,3) 43 (79,6). Die erste Hubzahl entspricht nun vollständig derjenigen der Normalversuche, was wir hoffen durften. Dagegen zeigt uns der weitere Verlauf, dass während der Coffeïnwirkung jedenfalls von einer Zunahme der Hubzahl keine Rede sein kann. Vielmehr scheint geradezu eine beträchtliche Abnahme stattgefunden zu haben. Am auffallendsten ist das für die 3.—5. Curve, weil wir für diese Zeit früher eine, wenn auch nicht sehr bedeutende Steigerung der Muskelleistung nachweisen konnten. In den Normalversuchen findet sich hier ein kleines Anwachsen der Hubzahl, trotzdem wir die Leistung erheblich sich verringern sahen. Eine gute Bestätigung dieser Ergebnisse liefert uns die zweite der oben vorgeschlagenen Berechnungen. Suchen wir auch hier festzustellen, welche Hubzahlen die Coffeïnversuche ohne Coffeïn hätten darbieten müssen, so erhalten wir die Zahlen 50 (100,0) 50 (100,0) 40 (80,0). Diese Reihe, deren erstes Glied wieder nach Wunsch mit dem wirklichen Ergebnisse übereinstimmt, zeigt uns ebenfalls deutlich, dass im weiteren Verlaufe die Hubzahlen anscheinend durch das Coffeïn geradezu herabgesetzt worden sind.

Noch schärfer beleuchtet werden alle diese Verhältnisse durch die Berechnung der Hubgrößen. Wir erhalten dabei zunächst folgende Zusammenstellung:

Tabelle XXX.

	1. u. 2. Curven	3.—5. Curven	6.—8. Curven
Normalversuche	31,0 (100,0)	27,5 (88,9)	26,2 (84,5)
Coffeïnversuche	32,2 (100,0)	30,4 (94,4)	28,0 (87,1)

Diese Zahlen zeigen uns, dass die Hubgröße in den Coffeïnversuchen zwar schon im Beginne etwas bedeutender war, als diejenige der Normalversuche, dass aber im weiteren Verlaufe sich dieses Verhältniss noch mehr zu Ungunsten jener letzteren verschob. Berücksichtigen wir auch hier wieder den Einfluss der Uebung, der die Hubgröße verkleinert, so tritt der Unterschied zwischen beiden Versuchsgruppen noch klarer hervor. Es ergeben sich nämlich für die Hubgrößen der Coffeïnversuche nunmehr folgende Werthe: 31,0 (100,0) 30,0 (96,8) 27,7 (89,2). Diese Zahlen würden wir in den Coffeïnversuchen erhalten haben, wenn sie auf gleicher Uebungsstufe durchgeführt worden wären wie die Normalversuche. In der That entspricht der erste Werth genau demjenigen der Normalversuche, ein Zeichen dafür, dass nur der verschiedene Uebungsgrad die frühere Abweichung bedingt hat. Die beiden letzten Zahlen aber weisen deutlich darauf hin, dass hier Einflüsse wirksam gewesen sind, welche eine erhebliche und andauernde Vergrößerung der Hubbewegungen herbeigeführt haben. Stellen wir endlich nach dem früher angegebenen Verfahren fest, welche Hubgröße die Coffeïnversuche ohne Coffeïnwirkung aufzuweisen haben würden, so erhalten wir folgende Zahlen: 32,0 (100,0) 27,9 (87,1) 25,8 (80,5). Der erste Werth deckt sich mit dem wirklich gefundenen. Die beiden anderen aber liegen bedeutend niedriger, zeugen also dafür, dass im Versuche eine beträchtliche Steigerung der Hubgröße stattgefunden hat, die man nur auf die Coffeïnwirkung zurückführen kann.

Dieses Ergebniss ist geeignet, unsere früheren Ausführungen wesentlich zu ergänzen. Schon zu wiederholten Malen haben wir darauf hinweisen können, dass die Wirkung des Coffeïns die Ausgiebigkeit der einzelnen Bewegung vergrößert. Dadurch in erster Linie kommt die Zunahme der geleisteten Arbeit zu Stande. Diese

Zunahme kann vielleicht einmal durch gleichzeitiges Sinken der Hubzahl verdeckt werden, während sich die Steigerung der Hubgröße daneben dennoch geltend macht. Wie uns scheint, ist daher die jetzt festgestellte Zunahme der Hubgröße ein unzweideutiges Zeichen nicht nur dafür, dass die Vermehrung der Arbeitsleistung in der ersten Hälfte des Versuches wirklich als Coffeïnwirkung anzusehen ist, sondern auch dafür, dass die Abnahme der Leistung gegen Schluss nicht auf eine Lähmung durch das Coffeïn bezogen werden darf. Da die Vergrößerung der Hubbewegungen bis zum Schlusse andauert, ist es zum mindesten recht unwahrscheinlich, dass sich daneben eine ganz andersartige, lähmende Wirkung entwickeln sollte. Jedenfalls bedürfte es zur Stütze einer derartigen Annahme weit zwingenderer Beweise, als sie in den vorliegenden Beobachtungen enthalten sind.

2. Addirversuche.

Die Addirversuche wurden in der vielfach beschriebenen, von Oehrn zuerst genauer studirten Weise durchgeführt. Die Arbeit erstreckte sich regelmäßig über $1^1/_2$ Stunden; nach der ersten halben Stunde wurde das Mittel eingenommen. Normalversuche wechselten mit Arzneiversuchen ab. Die ganze Reihe der ausschließlich von Dr. Hoch selbst angestellten Versuche zerfällt in zwei Gruppen, von denen die erste noch 1894 in Heidelberg, die zweite aber ein halbes Jahr später in Amerika unternommen wurde. Wir werden beide Gruppen gesondert zu betrachten haben. Die Ergebnisse dieser Versuche finden sich, in Mittelzahlen aus je einer Viertelstunde ausgedrückt, nachfolgend zusammengestellt.

(Siehe Tabelle XXXI.)

Fassen wir zunächst die erste Versuchsgruppe ins Auge, so bemerken wir, dass die Normalversuche unter einander eine große Uebereinstimmung ihres Verlaufes darbieten. Die Arbeitsleistung ist regelmäßig im Beginne nicht sehr hoch, steigt dann aber in der zweiten Viertelstunde an, um von da ab wieder herabzusinken. Meist findet sich in der 5. Viertelstunde noch einmal eine kleine Steigerung. Die Bedeutung dieses Verlaufes ist aus vielfachen Erfahrungen genugsam bekannt. Die erste Zunahme entspricht der

Tabelle XXXI.

Datum	Mittel	1.	2.	3.	4.	5.	6.
			1. Gruppe.				
20. VI.	Theeöl 1,2 g . .	196	198	201	206	212	201
21. VI.	Normal	230	233	222	218	219	215
22. VI.	Ilex 10 g	239	247	249	252	253	247
23. VI.	Coffeïn 0,1 g . .	261	264	257	274	271	253
24. VI.	Theeöl 2,4 g . .	282	282	272	275	275	272
26. VI.	Normal	281	302	296	285	284	260
29. VI.	Coffeïn 0,1 g . .	314	317	312	327	324	303
1. VII.	Normal	319	321	327	314	319	303
3. VII.	Ilex 25 g	289	323	322	346	342	323
4. VII.	Theeöl 3,6 g . .	314	357	339	351	324	318
6. VII.	Normal	339	348	339	319	326	304
10. VII.	Coffeïn 0,1 g . .	306	354	343	347	356	336
			2. Gruppe.				
7. I.	Normal	248	245	266	241	242	226
9. I.	Normal	308	295	288	281	280	—
10. I.	Normal	314	300	293	280	257	255
11. I.	Coffeïn 0,6 g . .	326	316	334	318	307	296
12. I.	Normal	337	323	321	304	299	289
13. I.	Coffeïn 0,3 g . .	347	340	349	347	336	323
18. I.	Normal	342	331	331	317	—	—
29. I.	Theeöl 2,5 g . .	358	361	357	352	354	337
30. I.	Normal	380	357	359	357	340	333
1. II.	Theeöl 2,4 g . .	356	351	344	350	343	323
5. II.	Theeöl 2,5 g . .	357	351	348	350	348	345

Wirkung der »Anregung«, welche in diesem Hefte[1]) von Amberg

1) Vgl. S. 300.

eingehend behandelt wird. Nach der ersten halben Stunde beginnt bereits die Ermüdung sich leise geltend zu machen; ihr Einfluss wird aber noch einmal durch eine Willensanstrengung durchbrochen, sobald der Versuchsperson die Verlangsamung der Arbeit zum Bewusstsein kommt. Gegen den Schluss kann dadurch auch das Sinken der Leistungsfähigkeit mehr aufgehalten werden.

Die Ausgiebigkeit und Schnelligkeit der Veränderungen, welche die Leistungsfähigkeit im Beginne eines Versuches erfährt, ist abhängig einmal von der persönlichen und augenblicklichen Anregbarkeit, dann aber von dem Grade der bereits vorhandenen Anregung. Die ersten beiden Umstände dürften in kürzeren Zeiträumen weit geringeren Schwankungen unterliegen, als der letztere, so dass wir, abgesehen von besonderen Verhältnissen, zunächst wesentlich mit dem höheren oder geringeren Grade der vorhandenen Anregung zu rechnen haben werden. Ein gewisses Maß für diese Größe kann uns der Unterschied in der Leistungsfähigkeit des ersten und des zweiten kurzen Arbeitsabschnittes im Beginne des Versuches liefern. Steigen hier die Zahlen sehr bedeutend an, so lag die Anfangsleistung tief, und der Spielraum der Anregung war daher ein bedeutender. Sehen wir dagegen die Arbeitswerthe nur unerheblich anwachsen, so ist es im allgemeinen am wahrscheinlichsten, dass bereits von vorn herein ein ziemliches Maß von Anregung vorhanden war und deshalb eine ausgiebige Steigerung der Leistungsfähigkeit nicht eintreten konnte. Freilich könnten die gleichen Erscheinungen auch durch erhöhte und herabgesetzte Anregbarkeit zu Stande kommen; in diesen Fällen würde man den wahren Grund aus der großen oder geringen absoluten Höhe der Arbeitsleistung zu erkennen vermögen. Natürlich wird man für diese Untersuchung immer nur die ersten 5—10 Minuten berücksichtigen dürfen, da späterhin die mannigfaltigsten sonstigen Einflüsse das Ergebniss verändern.

Wir sind in der Lage, diese Verhältnisse an unserer ersten Versuchsgruppe etwas näher beleuchten zu können. An verschiedenen Tagen lagen hier die Werthe der ersten 5 Minuten ganz auffallend tief unter denjenigen der zweiten, ohne dass die Tagesdisposition im Uebrigen besondere Abweichungen darbot. Am besten wird sich diese Eigenthümlichkeit übersehen lassen, wenn wir die Leistungen der ersten und zweiten 5 Minuten jedes Versuches

in Procenten der entsprechenden Werthe des ersten Versuchstages ausdrücken. Das Auseinanderweichen dieser Zahlen gibt uns dann ein Bild von den Dispositionsänderungen während der ersten 10 Minuten der einzelnen Versuche. Die so erhaltenen Procentzahlen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabellle XXXII.

	1. 20. VI.	2. 21. VI.	3. 22. VI.	4. 23. VI.	5. 24. VI.	6. 26. VI.	7. 29. VI.	8. 1. VII.	9. 3. VII.	10. 4. VII.	11. 6. VII.	12. 10. VII.
1.	100,0	118,2	123,5	130,5	149,2	130,0	166,9	168,8	119,8	135,8	170,1	102,7
2.	100,0	116,7	119,7	137,4	139,4	152,0	155,6	164,7	163,1	168,8	176,3	177,8

Wie die Betrachtung dieser Zahlen ergibt, haben wir in den zweiten 5 Minuten eine fast ganz regelmäßig verlaufende Reihe vor uns. Nur ein einziges Mal, zwischen dem 8. und 9. Werthe, findet sich ein unbedeutender Rückschritt, ferner zwischen dem 3. und 4. und ebenso zwischen dem 5. und 6. Werthe ein etwas größerer Sprung. Abgesehen von diesen Ausnahmen können wir also die allgemeine Disposition in dieser Zahlenreihe als wesentlich gleichartig ansehen; der Fortschritt der Zahlen wird nur durch die wachsende Uebung bedingt. Da dieselbe Ursache auch schon in der ersten Reihe wirksam war, so müssten wir von vorn herein für diese 5 Minuten einen ähnlichen Verlauf der Zahlen erwarten. In Wirklichkeit stellt sich aber ein ganz anderes Verhalten heraus. Die Anfangsleistung des 6., 9., 10. und namentlich des 12. Tages tritt in höchst auffallender Weise hinter diejenigen der benachbarten Tage zurück. Offenbar muss hier beim Beginne des Versuches eine Erschwerung der Arbeit bestanden haben, die sich erst im Laufe der ersten 10 Minuten wieder ausglich, da die Zahlen des zweiten Versuchsabschnittes nicht oder nur unwesentlich aus der gleichmäßig ansteigenden Reihe herausfallen. Ein Verständniss für diese Erscheinung bieten uns die von Amberg festgestellten Thatsachen. Wir dürfen annehmen, dass es die Erscheinung der Anregung gewesen ist, welche an den bezeichneten Tagen eine anfänglich bestehende Trägheit rasch überwunden und damit die normale Leistungsfähigkeit hergestellt hat.

Eine recht interessante Bestätigung dieser Auffassung liefert uns die Betrachtung des weiteren Verlaufes unserer Versuche, insbesondere der Arbeitsleistung in den 6. und 7. 5-Minutenabschnitten. Um diese Verhältnisse zu erläutern, berechnen wir wieder die Procentzahlen der einzelnen Leistungen. Aus später zu erörternden Gründen nehmen wir aber dabei als Ausgangspunkt nicht den ersten, sondern den zweiten, einen Normalversuch. Die auf diese Weise gewonnenen Zahlen sind folgende:

Tabelle XXXIII.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
6.	84,0	100,0	104,0	112,2	116,5	126,6	134,6	136,3	137,6	159,5	148,5	152,7
7.	75,9	100,0	98,3	95,3	106,0	124,1	137,9	141,0	107,8	131,5	153,0	136,6

Auch die Zahlen der 6. Reihe zeigen ein fast stetiges Anwachsen. Nur die beiden letzten Werthe sind etwas zu niedrig, oder, was wahrscheinlicher ist, die 10. Zahl ist unverhältnissmäßig hoch ausgefallen. Ein wesentlich anderes Bild bietet die 7. Reihe dar. Die Werthe des zweiten Versuches betrugen für die beiden Reihen 237 und 232, lagen also einander recht nahe. Darum wurde dieser Versuch zum Ausgangspunkte genommen, weil nun die Procentzahlen annähernd den absoluten Werthen vergleichbar sind. Außer im zweiten stehen die Zahlen beider Reihen nur noch im 6., 7., 8. und 11. Versuch einander nahe. Gerade der 2., 6., 8. und 11. Versuch aber sind ohne Arzneimittel durchgeführt. Mit Ausnahme des 7. Versuches, bei dem Coffeïn genommen wurde, weichen also gerade überall dort die beiden Reihen auseinander, wo irgend ein Arzneimittel in Anwendung gezogen wurde. Die Richtung dieser Abweichung ist stets dieselbe, so dass auch aus diesem Grunde jede Zufälligkeit als ausgeschlossen gelten darf. Regelmäßig zeigt die 7. Reihe kleinere Zahlen, häufig sogar sehr erhebliche Unterschiede.

Die Erklärung dieser merkwürdigen Thatsache ist eine sehr einfache. Es handelt sich hier um die Wirkung der P a u s e, welche nothgedrungen durch das Einnehmen des Mittels verursacht wurde. Diese Pause genügte, um einen Theil der bis dahin gewonnenen

Anregung zum Verschwinden zu bringen und so die Arbeit zunächst ein wenig zu verlangsamen. Freilich war die Pause nur kurz, aber sie wurde durch Handlungen ausgefüllt, welche wohl geeignet waren, die Aufmerksamkeit von dem ohnehin wenig interessanten Addiren abzulenken. Die größten Abweichungen zwischen beiden Reihen finden sich am 4., 9., 10. und 12. Versuchstage. Gerade diese Tage aber sind es, an denen wir früher besonders niedrige Anfangswerthe für die ersten 5 Minuten gefunden haben. Am 4. Tage freilich war die Erscheinung nicht übermäßig stark ausgesprochen, und am 6. Tage, der damals sehr niedrige Anfangsleistung darbot, fehlt hier die Senkung nach der Pause. Trotzdem ist die Uebereinstimmung der Thatsachen an den oben genannten vier Tagen eine so auffallende, dass an einer inneren Beziehung derselben zu einander nicht wohl gezweifelt werden kann.

Wir werden dazu um so weniger geneigt sein, als die Erklärung dieses Zusammenhanges ohne große Schwierigkeit möglich ist. Sehr niedrige Anfangswerthe deuten auf eine gewisse Trägheit unserer Seelenthätigkeit hin, die nur allmählich durch die Anregung überwunden werden kann. Unter Umständen wird diese Wirkung der Anregung eine dauernde sein, wie das anscheinend am 6. Tage der Fall war. Gerade dieser Tag war ein Normaltag ohne Pause. An allen übrigen Tagen mit ähnlicher Anfangsdisposition wurde zum Zwecke der Einnahme des Mittels nach der ersten halben Stunde eine Pause gemacht. Gerade an diesen Tagen sehen wir regelmäßig unmittelbar nach der Pause die Leistung mehr oder weniger beträchtlich herabsinken, während an den übrigen Tagen mit günstigerer Anfangsdisposition der Einfluss der Pause sich in mäßigen Grenzen hält oder überhaupt nicht nachweisbar ist. Die gleiche Ursache, eine ungewöhnliche Schwerfälligkeit des psychophysischen Mechanismus, würde auf das Natürlichste die beiden hier mit einander in Zusammenhang gebrachten Erscheinungen erklären, die niedrigen Anfangswerthe wie das rasche Sinken der Leistung, sobald die Wirkung der Anregung durch das Einschieben einer Pause abgeschwächt wird. Gerade die vorher vielleicht bedenkliche Ausnahme des Normaltages gibt jetzt dem Erklärungsversuche die beste Stütze. Haben wir Recht, so konnte eben die Senkung der Arbeitsleistung nur dann zu Stande kommen, wenn das Addiren unterbrochen wurde.

Wie sich bereits aus den bisherigen Betrachtungen ergeben hat, zeigten sich die Versuchsergebnisse in sehr hohem Maße durch die Uebung beeinflusst. Fassen wir die Arbeitsleistung der ersten halben Stunden von je vier auf einander folgenden Versuchen zu Mitteln zusammen, so ergibt sich folgende Reihe für die Viertelstunde: 234 302 329. Die erste Durchschnittszahl verhält sich zur letzten wie 100 : 141. Bedeutender noch gestaltet sich die Steigerung, wenn wir nur die Normalversuche mit einander vergleichen, obgleich der erste Normalversuch an zweiter, der letzte an vorletzter Stelle steht, also zwei Versuche aus der Uebungsreihe ausgeschlossen werden. Die durchschnittlichen Gesammtleistungen der ersten halben Stunden aller Normalversuche liefern folgende Werthe: 223 285 317 329. Das bedeutet ein Anwachsen von 100 auf 148. In den einzelnen Reihen von je 5 Minuten finden wir natürlich noch erheblichere Steigerungen, wie aus der Tabelle XXXII hervorgeht. Hier kommt einerseits die volle Uebungswirkung vom ersten bis zum letzten Versuche zur Geltung, andererseits aber gibt es hier auch vielfache Schwankungen, da die Zahlen durch Zufälligkeiten in hohem Grade beeinflusst werden.

Eine übersichtliche Darstellung des weiteren Verlaufes unserer Versuche bietet uns die Tabelle XXXIV.

Tabelle XXXIV.

	1. halbe Stunde	2. halbe Stunde	3. halbe Stunde
Normalversuche	297 (100,0)	290 (9,76)	279 (93,9)
Theeölversuche	271 (100,0)	276 (101,8)	267 (98,5)
Coffeïnversuche	303 (100,0)	310 (102,3)	307 (101,5)
Ilexversuche	274 (100,0)	292 (106,6)	291 (106,2)

Die Anfangsdisposition war anscheinend für die Versuche mit Theeöl und Ilex weniger günstig, als für die Normal- und namentlich die Coffeïnversuche. In den Normalversuchen beginnt nach der ersten halben Stunde der Einfluss der Ermüdung in einem Sinken der Leistung sich geltend zu machen. Bei allen übrigen Versuchen dagegen tritt in der zweiten halben Stunde zunächst noch

eine Steigerung der Zahlen hervor, wenn sie auch meist nur ziemlich geringfügig bleibt. Wir vermissen diese Erscheinung, die sich in keinem einzigen Normalversuche nachweisen lässt, bei der Durchsicht der Tabelle XXXI nur in den beiden letzten Versuchen mit Theeöl. Sonst fallen die höchsten Werthe der Versuchstage mit Arzneimitteln ausnahmslos in die zweite oder dritte halbe Stunde. Am ausgeprägtesten ist dieses Ansteigen im zweiten Ilexversuche mit seiner verhältnissmäßig großen Gabe, während sie im zugehörigen ersten Versuche nur angedeutet ist. Auch in den Coffeïnversuchen tritt diese Erscheinung mit solcher Regelmäßigkeit auf, dass wir wohl kaum umhin können, in ihr thatsächlich eine Wirkung des Mittels zu erblicken, um so weniger, als diese Wirkung mit den früheren Erfahrungen Dehios und Kraepelins in vollstem Einklange steht. Zur Würdigung der Thatsachen ist übrigens noch darauf hinzuweisen, dass wegen des ungünstigen Einflusses der Pause das Mittel der zweiten halben Stunde bei den Arzneiversuchen allgemein ein wenig zu klein ausgefallen ist. Im Ganzen scheint die günstige Wirkung bei dem zweiten Ilexversuche am ausgiebigsten gewesen zu sein; allerdings war hier die Anfangsleistung eine sehr niedrige und daher vielleicht recht steigerungsfähig. Andererseits dürfte bei diesem Versuche auch die größte Menge wirksamen Stoffes gegeben worden sein. Hier wie bei den Coffeïnversuchen scheint, nach den Verhältnisszahlen zu urtheilen, die Wirkung beim Abschlusse des Versuches, also nach einer Stunde, noch nicht geschwunden zu sein. Hinsichtlich des Theeöls müssen wir den Ausfall der Versuche als etwas zweifelhaft bezeichnen. Namentlich der Umstand, dass nur in einem einzigen Versuche, und noch dazu im allerersten, die Höhe der Arbeitsleistung in die Zeit der Wirkung fiel, muss uns misstrauisch machen. Beachten wir, dass der günstig ausgefallene Versuch mit der kleinsten Gabe des Mittels durchgeführt wurde, so läge immer noch die bei andern Mitteln nachgewiesene Möglichkeit vor, dass kleine Gaben eine andere Wirkung hätten, als größere. Der erste Versuch allein würde als Verhältnisszahlen für die zweite und dritte halbe Stunde ergeben: 103,3 und 104,8, also eine deutliche Steigerung der Leistung. Eine Zusammenfassung der beiden letzten, mit höheren Gaben ausgeführten Versuche dagegen liefert uns die Zahlen: 100,2

und 96,3. Hier ist eine günstige Wirkung, wenn überhaupt, so doch nur in sehr geringem Maße vorhanden.

Die zweite Versuchsgruppe unterscheidet sich von der ersten sofort durch den Umstand, dass hier fast überall mit einer verhältnissmäßig hohen Leistung begonnen wurde. Eine Durchsicht der Einzelzahlen zeigt sogar, dass mit ganz unbedeutenden Ausnahmen die Leistung der ersten 5 Minuten durchgängig die höchste des Versuches war. Nur der erste Versuch ist anders verlaufen. Hier wurde die größte Zahl erst in der 5. Viertelstunde erreicht. Von der früher erworbenen Uebung war während der langen Zwischenzeit ein guter Theil wieder verloren gegangen. Am besten geht das wohl aus einer Zusammenstellung der Leistungen für die ersten halben Stunden aller Versuche hervor. Der besseren Vergleichbarkeit wegen wurde die Leistung des ersten Tages gleich 100 gesetzt.

Tabelle XXXV.

	20. VI.	21. VI.	22. VI.	23. VI.	24. VI.	26. VI.	29. VI.	1. VII.	3. VII.	4. VII.	6. VII.	10. VII.
1.	100	117	123	133	143	148	160	162	155	170	175	168
	7. I.	9. I.	10. I.	11. I.	12. I.	13. I.	18. I.	29. I.	30. I.	1. II.	5. II.	
2.	125	153	156	163	168	174	171	182	187	179	180	

In der ersten Zeit sehen wir die Uebungswirkung mächtig hervortreten; sie beträgt in den ersten 6 Versuchen durchschnittlich 10%. Von da ab jedoch kommt es bereits in der ersten Versuchsgruppe zweimal vor, dass die Leistung eines Versuches geringer ist, als diejenige des vorhergehenden, ein Zeichen dafür, dass jetzt unter Umständen die zufällige Disposition stärker das Ergebniss beeinflusst, als die Uebung. Beim Beginne der zweiten Versuchsgruppe sind nicht weniger als $^2/_3$ der früher erworbenen Uebung verschwunden. Aber sie sind nicht ganz verloren. Spuren derselben müssen sich doch noch erhalten haben; das sehen wir an der Schnelligkeit, mit welcher die Zahlen in der zweiten Gruppe wieder ansteigen. Der erste Tag dieser letzteren bringt einen Werth etwa

wie der dritte Tag der ersten Gruppe. Schon am zweiten Tage aber ist eine Leistung erreicht, wie sie früher erst am 6.—7. Tage geliefert wurde. Der 4. Tag entspricht dem 8., der 6. dem 11. der ersten Gruppe. Von da an gibt es auch hier Schwankungen, die eine Abnahme des Uebungseinflusses gegenüber den zufälligen Ursachen andeuten. Die höchste Leistung wird bereits am 9. Tage und später nicht mehr erreicht. Aus der auch früher geübten Gruppirung der Durchschnittswerthe der ersten halben Stunden für je 4 Versuche ergeben sich hier folgende Zahlen: 294, 342, 359, eine Steigerung von 100 auf 122. Die Gesammtwirkung der Uebung ist demnach, wie das auch aus der Tabelle XXXV hervorgeht, geringer, als in der ersten Gruppe, da man eben schon mit einer erheblichen Uebung an die Versuche herantrat. Die gleiche Thatsache ergibt sich aus einer Zusammenstellung der Durchschnittsleistungen der ganzen Normalversuche. Wir erhalten dabei die Zahlen: 248, 283, 312, 354. Die erste derselben verhält sich zur letzten wie 100 zu 143.

Den Einfluss der Pause werden wir wieder am besten durch Vergleichung der Leistungen in den 6. und 7. Versuchsabschnitten studiren. Als Ausgangspunkt für die Procentberechnung eignet sich diesesmal am meisten der dritte Versuchstag, weil an ihm die Leistungen der beiden Abschnitte einander sehr nahe stehen und so die Vergleichung der Procentzahlen erleichtert wird.

Tabelle XXXVI.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
6.	89,4	97,3	100,0	109,9	111,3	118,4	108,9	123,6	121,2	122,2	118,8
7.	95,3	99,0	100,0	110,4	109,7	115,4	108,1	113,4	118,5	108,5	111,4

Wie die Tabelle zeigt, sind auch hier mehrfach die Werthe der 7. 5 Minuten gegenüber denjenigen der 6. zu klein ausgefallen. Das trifft besonders zu beim 8., 10., 11., in beschränkterem Maße auch beim 6. und 9. Versuche. Der 6., 8., 10. und 11. Versuch waren Arzneiversuche, wurden also durch die nothwendigen Pausen unterbrochen. Nur der erste Coffeïnversuch, der 4. der Reihe, zeigte keine

ungünstige Wirkung der Pause; hier fiel die höchste Leistung des ganzen Versuches in den 8. Abschnitt, so dass ein sehr rasches Eintreten der Wirkung und eine Beeinflussung schon der ersten 5 Minuten nach der Pause nicht ganz ausgeschlossen erscheint. Andererseits wurde in dem 9., dem einzigen Normalversuche, der das Sinken der Leistung in dem 7. Abschnitte aufweist, absichtlich eine kurze Pause eingeschoben, in welcher etwas Wasser getrunken wurde. So bestätigt gerade diese scheinbare Ausnahme den Einfluss der Pause am besten. Auf den Genuss des Wassers folgten hier einige etwas höhere Zahlen[1]; dann trat ein rasches und bedeutendes Sinken der Arbeitsleistung ein.

Der durchschnittliche Verlauf der verschiedenen Versuche ist in Mittelzahlen für die halben Stunden aus der Tabelle XXXVII ersichtlich. Dabei mussten wir allerdings die beiden ersten Normalversuehe außer Berechnung lassen. Da nämlich im Beginne der Versuchsreihe drei Normalversuche auf einander folgen, so würde sich die Durchschnittszahl wegen der hier noch sehr starken Uebungswirkung durch die Berücksichtigung dieser Versuche in ungünstigem Sinne verschoben haben. Die Vergleichbarkeit wäre dadurch sicher nicht unerheblich beeinträchtigt worden. Beim zweiten Versuche kommt noch das Bedenken hinzu, dass er nicht ganz vollständig ist und daher mehr oder weniger willkürlich ergänzt werden müsste. Das gleiche Bedenken besteht für den 5. Normalversuch. Wir haben daher auch diesen außer Rechnung gelassen, obgleich und weil seine Berücksichtigung das Ergebniss nur in ganz unmerklicher Weise ändern würde.

Tabelle XXXVII.

	1. halbe Stunde	2. halbe Stunde	3. halbe Stunde
Normalversuche	335 (100,0)	319 (95,2)	296 (88,3)
Theeölversuche	356 (100,0)	350 (98,3)	342 (96,1)
Coffeïnversuche	332 (100,0)	337 (101,5)	313 (94,3)

Die Anfangsdisposition war hier bei den Theeölversuchen am

1) Vgl. die Erfahrungen Koch's a. a. O. S. 22.

günstigsten. Der weitere Verlauf lässt bei ihnen ein geringeres Sinken der Arbeit erkennen, als bei den Normalversuchen, nicht nur in der 2., sondern auch noch in der 3. halben Stunde. Bei Durchsicht der einzelnen Versuche zeigt sich diese Erscheinung nach dem Theeöl regelmäßig; freilich beobachten wir nirgends eine Erhebung der Mittelzahl über die in der ersten halben Stunde erreichten Werthe. Dennoch muss uns wohl die Regelmäßigkeit, mit welcher sich die Arbeitsleistung der Theeölversuche überall ein wenig, wenn auch nur ganz unbedeutend, über diejenige der Normalversuche erhebt, zu dem Schlusse führen, dass diesem Mittel in der That ein gewisser erleichternder Einfluss auf die Thätigkeit des Addirens zukommt. Jedenfalls ist von einer Erschwerung, wie wir sie bei den Ergographenversuchen fanden, hier keine Rede.

Der Ausfall der Coffeïnversuche entspricht ziemlich genau demjenigen der früheren Versuche. In der zweiten halben Stunde können wir eine leichte Steigerung der Arbeitsleistung feststellen, in der dritten wenigstens eine Verlangsamung des Sinkens. Die höchsten Mittelzahlen finden sich hier, was bei den vergleichbaren Normalversuchen niemals vorkommt, beide Male in der 3. Viertelstunde.

3. Persönliche Verschiedenheiten.

Nachdem wir im Vorstehenden über Versuche an einer Reihe von Personen zu berichten hatten, die untereinander mannigfache Abweichungen zeigten, wird es sich empfehlen, in einem Rückblicke über Art und Richtung der persönlichen Verschiedenheiten Rechenschaft zu geben, denen wir auf unserem Wege begegnet sind. Der erste Gesichtspunkt, unter dem ein Vergleich der untersuchten Personen möglich wäre, ist die Größe der musculären Leistung. Leider stoßen wir bereits hier am Anfange auf eine ernstliche Schwierigkeit. Dieselbe liegt in dem Umstande, dass die einzelnen Personen mit verschiedener Uebung an die Versuche herantraten. Bei dem großen Einflusse aber, den die Uebung auf die Leistung ausübt, wird deswegen ein Vergleich hinfällig. Namentlich Dr. Hoch hatte vor den ersten hier besprochenen bereits zahlreiche anderweitige Ergographenversuche ausgeführt, während sich die Vor-

übung bei den übrigen Personen meist auf einzelne, nicht planmäßige Versuche beschränkte. Vielleicht ist es aber dennoch erlaubt, unter Vorbehalt die Durchschnittsleistungen aus den ersten Curven der ersten vier hier bearbeiteten Versuche für die einzelnen Personen zusammenzustellen. Die Zahlen betragen für

Dr. Hoch (Ho.)	Dr. Jost (J.)	Dr. Hibbard (Hi.)	Cand. med. Reis (R.)
1310	1678	1229	1376 mm.

Wie man sieht, sind die Unterschiede nicht unbeträchtliche. Die besondere Versuchsübung spielt indessen dabei offenbar keine ausschlaggebende Rolle, da wir Ho. mit seiner größten Uebung nahezu die letzte Stelle einnehmen sehen. Sehr auffallend ist die große Ueberlegenheit von J. über alle anderen Versuchspersonen.

Die durchschnittliche Leistung aus allen Curven des ersten Normalversuches betrug bei den einzelnen Personen: Ho. 1236; J. 915; Hi. 1142; R. 621. Zur Würdigung dieser Zahlen ist zunächst zu bemerken, dass die hier berücksichtigten Versuche bei Hi. und R. an erster, bei J. an dritter und bei Ho. an vierter Stelle lagen, sowie ferner, dass der Versuch von J. 12, derjenige von Hi. 6, der von Ho. 7 und endlich jener von R. 8 Curven enthielt. Da wir Durchschnittszahlen gegeben haben, so kommt in denselben außer der Leistungsfähigkeit namentlich noch der Einfluss der Ermüdung zur Geltung. Auf diese Weise erklärt sich die wesentlich veränderte Reihenfolge der Personen. Am meisten fällt das bei J. in die Augen, der allerdings auch unter den bei weitem ungünstigsten Umständen arbeitete, da bei ihm, abgesehen von der viel größeren Gesammtleistung, auch die Pausen zwischen den einzelnen Curven nur 5 Minuten, bei den übrigen Personen dagegen 10 Minuten betrugen. Trotzdem steht seine Leistung noch über derjenigen von R., der oben die zweite Stelle einnahm. R. hat daher offenbar im Anfange am wenigsten geleistet, durch seine außerordentliche Uebungsfähigkeit jedoch später seine Stellung erheblich verbessert. Bei Ho. kommt hier J. gegenüber, abgesehen von den günstigeren Versuchsbedingungen, die größere Uebung und die z. Th. wohl dadurch gewonnene geringere Ermüdbarkeit zur Geltung. Diese letzteren Umstände sichern ihm auch die Ueberlegenheit über Hi., der allerdings auch in den ersten Curven

weniger leistete, dafür aber hier eine Curve weniger zu zeichnen hatte.

Die Hubzahlen der einzelnen Personen haben wir einerseits aus den ersten Curven der vier ersten Versuche, andererseits aus allen Curven des ersten Normalversuches berechnet.

Tabelle XXXVIII.

	Ho.	J.	Hi.	R.
Erste Curven	43	50	55	39
Erster Normalversuch	42	39	50	19

Das Verhältniss dieser Zahlen zu einander entspricht durchaus nicht demjenigen der Arbeitsleistungen: beide Größen sind bis zu einem gewissen Grade von einander unabhängig. Bei Hi. verknüpft sich sogar die geringste Leistung mit der höchsten Hubzahl. In der zweiten Zahlenreihe verschiebt sich das Verhältniss der Personen zu einander wieder aus den bereits oben angeführten Gründen, die hier einen zuverlässigen Vergleich nicht gestatten. Bei Ho. mit seiner nahezu abgeschlossenen Uebung ist der Unterschied der beiden Reihen am geringsten, bei R., der im Beginne einer rasch und bedeutend fortschreitenden Uebung stand, weichen beide Zahlen am auffallendsten auseinander.

Ueber die Hubgrößen in den ersten Curven wie in den ersten ganzen Normalversuchen gibt die folgende Uebersicht Aufschluss.

Tabelle XXXIX.

	Ho.	J.	Hi.	R.
Erste Curven	30,5	33,6	22,3	35,3
Erster Normalversuch	29,7	23,7	22,4	32,7

Wie man sieht, bietet auch die durchschnittliche Hubgröße bedeutende Verschiedenheiten dar. Die überlegene Leistung von J. beruht weniger auf einer besonderen Ausgiebigkeit der einzelnen Bewegungen, als auf der Ausdauer, mit welcher bei ihm immer von

Neuem die Antriebe ausgelöst werden. Umgekehrt geht die Arbeit bei R. in der Weise vor sich, dass zwar verhältnissmäßig wenige Bewegungen ausgeführt werden, dass dieselben aber bis zum Schlusse mit ungewöhnlicher Kraft geschehen. Am geringsten ist die Hubgröße bei Hi., der daher selbst durch sehr zahlreiche Bewegungen nicht die Leistung der übrigen Personen zu erreichen im Stande ist. Die einzelnen Versuchspersonen erreichten also das Ziel einer möglichst großen Muskelleistung auf ganz verschiedenem Wege. Hi. arbeitet mit zahlreichen, aber niedrigen Hubbewegungen, R. dagegen mit verhältnissmäßig wenigen, aber kräftigen Muskelzusammenziehungen: In der Mitte zwischen Beiden stehen Ho. und J., von denen der Erstere mehr R., der Letztere mehr Hi. sich nähert.

Die Veränderungen der Hubgröße im ganzen Versuche sind nicht sehr bedeutende; nur bei J. findet sich ein größerer Unterschied. Fast überall nimmt die Hubgröße gegenüber den ersten Curven ab. Ohne Zweifel handelt es sich dabei um ein Ermüdungszeichen, und daher erklärt sich gerade die große Abweichung bei J., der jeweils 12 Curven zeichnete, andererseits die Gleichheit der Zahlen bei Hi., der nur die halbe Zahl zu leisten hatte.

Sehr bedeutende Unterschiede haben die Versuchspersonen hinsichtlich des Einflusses der Uebung aufzuweisen. Zunächst werden wir vielleicht am zweckmäßigsten die Fortschritte feststellen, welche die einzelnen Personen in den Anfangsleistungen jeweils zu verzeichnen hatten. Da bei Ho. öfters das Mittel schon nach der ersten Curve eingenommen wurde, haben wir uns bei dieser ganzen Untersuchung auch auf diese zu beschränken. Dabei ergibt sich zugleich der Vortheil, dass unsere Ergebnisse durch die Einflüsse der Ermüdung möglichst wenig berührt werden. Das kommt besonders für die Versuche J.'s in Betracht, bei denen wegen der kürzeren Pausen wesentlich andere Ermüdungswirkungen sich entwickelten.

Zur übersichtlichen Darstellung der Uebungsverhältnisse können wir zunächst einmal die Anfangsleistung jedes Versuches in Procenten des entsprechenden Werthes des ersten Versuches darstellen. Die folgende Tabelle enthält diese Zahlen für alle vier Versuchspersonen.

Tabelle XL.

Ho. 1.	100,0	85,3	100,7	95,6	97,2	88,3	86,7	86,2	—	—	—	—
2.	94,2	96,6	86,9	108,8	111,1	97,7	101,1	100,2	—	—	—	—
J. 1.	100,0	84,9	94,1	94,7	94,8	98,8	99,1	106,7	106,5	112,4	104,1	106,4
2.	107,2	106,5	106,1	105,7	114,4	116,0	113,5	110,5	111,7	128,4	—	—
Hi.	100,0	98,4	103,0	92,5	124,8	108,3	—	—	—	—	—	—
R.	100,0	157,5	169,4	172,7	182,2	198,0	207,0	195,1	—	—	—	—

Aus dieser Uebersicht geht mit großer Deutlichkeit die Thatsache hervor, dass die Uebungsfähigkeit unserer Versuchspersonen eine sehr verschiedene war. Am geringsten ist der Uebungsfortschritt bei Ho., der in den ersten 11 Versuchen nur ein einziges Mal die Anfangsleistung des ersten Tages ganz unbedeutend überschreitet. Die größte Abweichung nach oben beträgt nicht mehr als 11%, und der 16. Versuch liefert wieder die gleiche Anfangsleistung wie der erste. Ohne Zweifel ist die Ursache dieses Verhaltens hauptsächlich in dem bereits von Ho. erreichten hohen Grade von Uebung zu suchen. Nur wenig günstigere Ergebnisse hat uns J. geliefert, der allerdings auch vor den hier berichteten schon einige andere Ergographenversuche angestellt hatte. Erst vom 8. Versuche an erhebt sich die Anfangsleistung dauernd über diejenige des ersten Tages. Das ist um so auffallender, als hier jeder Versuch weit mehr Curven enthielt, als bei Ho. Man hätte aus diesem Grunde an sich eine wesentlich größere Uebungswirkung erwarten sollen. Der höchste, nach vielfachen Schwankungen mit dem 22. Versuche erreichte Uebungszuwachs steigt nicht über 28%.

Ein etwas anderes Bild bieten schon die Versuche von Hi. dar. Allerdings findet auch hier kein entschiedenes Fortschreiten der Arbeitsleistung von Tag zu Tag statt, aber wir erhalten doch bereits am 5. Tage einen Uebungszuwachs von nahezu 25%, also fast so viel wie bei J. am Schlusse seiner zahlreichen und ausgedehnten Versuche. Dabei umfassten die Versuche Hi.'s überall nur halb so viel Curven. Bei weitem am ausgeprägtesten aber gestaltet sich die Wirkung der Uebung bei R. Hier sehen wir schon beim zweiten Versuche die Leistung um mehr als die Hälfte anwachsen,

und im 6. Versuche erreicht sie gar das Doppelte der Arbeit des ersten Tages. Dieser Umstand ist es ja auch gewesen, der uns bei der Betrachtung der Versuche gezwungen hat, die Uebungswirkung ganz besonders in Rechnung zu bringen.

Leider gestatten die hier angeführten Zahlen nur in den größten Umrissen eine Vergleichung der Versuchspersonen, da die Zahl der Curven in den einzelnen Versuchen nicht überall die gleiche war. Es ist auch nicht möglich, diesen Umstand auf einfache Weise in Rechnung zu bringen, weil der Uebungsfortschritt kein regelmäßiger, sondern meist ein durch vielfache Rückschritte unterbrochener war. Wir können daher die thatsächlich hervorgetretene Uebungsfähigkeit selbst unter Berücksichtigung der Curvenzahl nicht einfach aus dem Vergleiche der Anfangsleistung mit der höchsten, später erreichten Leistung ableiten. Uns wird vielmehr, wenn wir einigermaßen vergleichbare Zahlenausdrücke für die Uebungsfähigkeit finden wollen, nichts Anderes übrig bleiben, als auch hier zu dem schon früher eingeschlagenen, umständlichen Verfahren zu greifen. Wir berechnen also wieder für die verschiedenen Personen die Anzahl von Millimetern, um welche durchschnittlich die Anfangsleistung der einzelnen Versuche im Laufe der ganzen Versuchszeit angewachsen ist. Bei der Feststellung der endgültigen Durchschnittszahlen durfte natürlich überall vom letzten Versuchstage einer Reihe nur die erste Curve noch mit in Anschlag gebracht werden, da der Einfluss der übrigen Curven nicht in den Rahmen der Rechnung fiel. Ebenso blieb die erste Curve des ersten Versuches unberücksichtigt, da sie nur den Ausgangspunkt und Maßstab für die ganze Vergleichung abzugeben hatte. Im Ganzen wurde also überall ein voller Versuch oder die Zahl der in ihm enthaltenen Curven für die Ermittelung des Durchschnittes bei Seite gelassen.

Tabelle XLI.

	Durchschnittlicher Uebungsfortschritt in Millimetern für jeden Tag	für jede Curve
Ho. . . .	7,5	1,00 (0,08 %)
J. 1. . . .	26,4	2,30 (0,13 %)
1 + 2 .	18,5	1,79 (0,09 %)
Hi.	29,2	4,87 (0,38 %)
R.	113,0	14,09 (0,89 %)

Die nunmehr erhaltenen Ergebnisse sind recht einfache und klare. Um aber kurze Zahlenausdrücke zu gewinnen, die noch besser vergleichbar sind, haben wir den durchschnittlichen Uebungsfortschritt in Procenten der durchschnittlichen mittleren Anfangsleistung für jede Versuchsperson ausgedrückt. Zur Berechnung jener letzteren wurden die ersten Curven aller derjenigen Versuche herangezogen, aus denen jeweils der Uebungszuwachs erhalten worden war. Das Procentverhältniss des Uebungszuwachses zur Durchschnittsleistung findet sich überall in Klammern beigefügt.

Der bedeutende Unterschied in der Uebungswirkung bei den einzelnen Versuchspersonen lässt sich jetzt noch weit besser übersehen, als bei der früheren Darstellung. Schon in den Uebungsfortschritten für jeden Tag zeigt sich, dass Ho. weit hinter den Uebrigen zurückbleibt. J. und Hi. scheinen sich einander zu nähern, doch ersieht man aus der zweiten Zahlenreihe alsbald, dass J. nur wegen seiner sehr zahlreichen Curven eine verhältnissmäßig große Uebungsfähigkeit darzubieten scheint. Für J. sind hier einmal die aus den ersten 12 Versuchen allein erhaltenen Werthe aufgeführt, dann aber die durchschnittliche Uebungswirkung aus sämmtlichen 21 Versuchen. Dabei macht sich das allmähliche Nachlassen des Uebungseinflusses im weiteren Verlaufe der Versuchsreihe bemerkbar.

Unter Berücksichtigung der verschiedenen Curvenzahl verhält sich die Uebungsfähigkeit der einzelnen Versuchspersonen annähernd wie 1 : 2 : 5 : 14. Diese Zahlen werden ziemlich der Wirklichkeit entsprechen. Nur für Ho. würden wir wohl ein günstigeres Ergebniss erwarten dürfen, wenn wir den Gang seiner Uebung von Anfang an hätten verfolgen können. Im Uebrigen zeigt uns gerade die verhältnissmäßig geringe Aenderung der Zahl bei J. für die ganze Versuchszeit gegenüber der ersten Hälfte, dass sich der Einfluss der bereits gewonnenen Uebung doch eigentlich nur in überraschend geringem Umfange geltend macht. Diese Erfahrung spricht mit Entschiedenheit dafür, dass wir es in der Uebungsfähigkeit mit einer grundlegenden Eigenschaft des einzelnen Menschen zu thun haben, deren persönliche Gestaltung durch Nebenumstände nur in beschränktem Umfange verwischt werden kann. Niemals dürfte auch bei noch so verschiedenem Uebungsgrade der Fall eintreten,

dass in einer genügend ausgedehnten Versuchsreihe etwa R. eine geringere Uebungsfähigkeit darbieten würde, als Ho. oder J.

Ueber den Einfluss der Uebung auf die Hubzahl können wir uns in ganz derselben Weise Aufschluss verschaffen. Drücken wir zunächst wieder die Hubzahlen der ersten Curven aller Versuche in Procenten des entsprechenden Werthes im ersten Versuche aus, so erhalten wir folgende Zahlen.

Tabelle XLII.

Ho. 1.	100,0	80,9	93,6	89,4	95,7	89,4	91,5	91,5	—	—	—	—
2.	100,0	100,0	100,0	104,3	108,5	100,0	93,6	95,7	—	—	—	—
J. 1.	100,0	82,4	98,0	113,7	107,8	113,7	113,7	119,6	123,5	137,3	121,6	121,6
2.	119,6	125,5	117,7	117,7	117,7	107,8	113,7	117,7	119,6	123,5	—	—
Hi.	100,0	98,1	100,0	111,1	125,9	113,0	—	—	—	—	—	—
R.	100,0	148,2	166,7	155,6	170,4	211,1	248,2	233,3	—	—	—	—

Diese Zahlen bieten für Ho. in der Hauptsache das gleiche Bild dar wie die Arbeitsleistung; nur liegen sie vielfach noch niedriger als jene. Der Uebungseinfluss auf die Hubzahl ist also mindestens nicht größer gewesen, als derjenige auf die Arbeitsleistung. Dem gegenüber sehen wir bei J. fast durchgängig die Hubzahl stärker beeinflusst, als die Leistung. Es handelt sich demnach bei J. um eine Vermehrung der Hubbewegungen durch die Uebung auf Kosten ihrer Ausgiebigkeit. In beschränktem Maße scheint etwas Aehnliches bei Hi. stattgefunden zu haben, da auch bei ihm wenigstens die späteren Hubzahlen verhältnissmäßig stärker vergrößert sind, als die Werthe der Arbeitsleistung. Ganz die gleiche Erscheinung bemerken wir endlich auch bei R. Die Hubzahl erscheint hier in den ersten Versuchen weniger, in den letzten dagegen erheblich mehr gesteigert, als die Leistung. Vielleicht können wir aus diesen Erfahrungen den Schluss ziehen, dass die Uebung zwar zunächst mehr die Neigung hat, die Größe der einzelnen Hubbewegungen zu steigern, dass aber im weiteren Verlaufe die Vermehrung der Hubzahl immer stärker in den Vordergrund tritt. Da naturgemäß die letztere Wirkung einen weit größeren

Spielraum besitzen muss, als die erstere, so würde ein derartiger Schluss schon von vorn herein viel Wahrscheinlichkeit für sich haben.

Die Berechnung des durchschnittlichen Uebungszuwachses der Hubzahl ergibt die folgenden Werthe.

Tabelle XLIII.

	Durchschnittlicher Uebungsfortschritt in Hubbewegungen	
	für jeden Versuchstag	für jede Curve
Ho. . . .	0,27	0,04 (0,09 %)
J. 1. . .	1,42	0,12 (0,21 %)
1 + 2.	0,50	0,05 (0,09 %)
Hi. . . .	2,28	0,38 (0,65 %)
R.	5,07	0,63 (1,30 %)

Die Reihenfolge der Versuchspersonen nach ihrer Uebungsfähigkeit ist hier dieselbe geblieben wie bei der Arbeitsleistung. Dagegen hat sich das gegenseitige Verhältniss etwas verschoben. Berücksichtigen wir den besser vergleichbaren Uebungsfortschritt für die einzelne Curve, so erhalten wir für die Personen das Verhältniss 1 : 3 : 9 : 16. Die Vermehrung der Hubzahl durch die Uebung ist demnach bei Ho. ebenso gering ausgefallen, als diejenige der Leistung, wie wir auch oben schon andeuten konnten. Ein ganz anderes Verhalten, stärkere Beeinflussung der Hubzahl, als der Arbeitsleistung, treffen wir bei den übrigen Versuchspersonen an, am ausgesprochensten wohl bei Hi., weniger stark bei J. und noch weniger bei R. Am deutlichsten wird das aus einer Vergleichung der Procentverhältnisse, die wir hier ebenfalls wieder beigefügt haben. Auffallend ist die rasche Abnahme des Uebungsfortschrittes in der ganzen Versuchsreihe bei J. Dazu muss aber bemerkt werden, dass sich hier zuletzt vielfache Unterbrechungen einschoben, während derer ein Theil der erworbenen Uebung gewiss wieder verloren ging. Wir haben also jedenfalls sehr verwickelte Verhältnisse vor uns, bei denen außer der Uebungsfähigkeit auch die Uebungsfestigkeit eine maßgebende Rolle

spielt. Gerade zur Beurtheilung dieser letzteren Eigenschaft fehlt uns bei den vorliegenden Versuchen leider jedes brauchbare Vergleichsmaterial.

Dagegen erscheint es möglich, auf Grund der vorhandenen Beobachtungen einige Betrachtungen über die Ermüdbarkeit der einzelnen Versuchspersonen anzustellen. Ein Maß für dieselbe lässt sich allerdings nur aus den Normalversuchen gewinnen, da sonst die Ermüdungswirkungen überall nicht von denjenigen der untersuchten Arzneistoffe getrennt werden können. Um zunächst einen allgemeinen Ueberblick über die Verhältnisse zu erhalten, haben wir in der folgenden Tabelle die durchschnittlichen Arbeitswerthe für die aufeinander folgenden Curven der Normalversuche in Procenten der ersten Curvenleistung ausgedrückt.

Tabelle XLIV.

	Durchschnittliche Arbeitsleistungen in Procenten der Anfangsleistung											
Ho.	100,0	103,8	110,5	101,8	102,7	95,0	91,9	—	—	—	—	—
J.	100,0	76,0	75,4	72,3	69,4	71,2	69,7	65,8	65,5	65,7	62,1	64,2
Hi.	100,0	104,1	101,0	98,0	88,7	80,5	—	—	—	—	—	—
R.	100,0	91,9	86,4	81,3	75,5	69,9	63,3	60,5	—	—	—	—

Diese Zusammenstellung ist sehr lehrreich. Sie zeigt uns vor allem, dass Ho., der die geringste Uebungsfähigkeit besaß, nunmehr auch die geringste Ermüdbarkeit aufzuweisen hat. Wir sehen bei ihm die Arbeitsleistung zunächst ansteigen; erst mit der 4. Curve beginnt sie allmählich zu sinken, aber so, dass in der 7. Curve kaum mehr als 8 % der Anfangsleistung eingebüßt sind. Den vollen Gegensatz zu Ho. bildet in diesem Punkte, wie früher hinsichtlich der Uebungsfähigkeit, R., bei dem die Abnahme der Arbeitsleistung ungemein schnell erfolgt. In der 7. Curve sind bei ihm bereits 37 %, in der 8. gar 40 % der Anfangsleistung verloren gegangen. Wenn hier der großen Uebungsfähigkeit eine große Ermüdbarkeit entspricht, so bietet Hi. beide Eigenschaften in einer mittleren Ausbildung dar. Im Beginne steigt bei ihm die Leistung wie bei Ho. noch erst etwas an, sinkt aber schon von der 3. Curve

an. In der 6. Curve, in welcher bei Ho. nicht mehr als 5%, bei R. dagegen bereits 30% der ursprünglichen Arbeitsleistung geschwunden sind, finden wir bei Hi. einen Verlust von 20% vor. Leider sind die Ergebnisse bei J. mit denen der übrigen Personen wegen der verschieden langen Zwischenpausen nicht recht vergleichbar. Dennoch können wir auf Grund der vorhandenen Zahlen mit Bestimmtheit so viel sagen, dass J.'s Ermüdbarkeit geringer gewesen sein muss, als diejenige von R. Nach einem zunächst sehr jähen Abfalle der Arbeitsleistung sehen wir bei ihm die Zahlen nur ganz allmählich weiter sinken, so dass sie trotz der viel kürzeren Erholungspausen in der 12. Curve noch höher stehen, als die Werthe R.'s in der 8. Der einzige Versuch J.'s, welcher mit 10 Minuten Pause angestellt wurde, zeigt ein Anwachsen bis in die 3. Curve, bei der ein Werth von 109,9% erreicht wird. Von der 5. Curve an liegen die Werthe unter der Anfangsleistung und endigen in der 8. mit 63,5, nachdem in der 6. der Werth von 77,8% zu verzeichnen war. Es ist natürlich misslich, aus einem einzelnen Versuche Schlüsse zu ziehen, allein wir dürfen es doch wohl für recht wahrscheinlich erklären, dass die Ermüdbarkeit J.'s ungefähr zwischen derjenigen Ho.'s und derjenigen Hi.'s liegt. Jedenfalls ist die Abnahme der Leistungsfähigkeit größer als bei Ho. Dagegen gestaltet sich der Gang der Ermüdung in seinem ersten Theile entschieden günstiger als bei Hi.; nur gegen das Ende hin scheint diese Versuchsperson sich etwas besser zu stellen. Im Großen und Ganzen finden wir also bei sämmtlichen Personen einen überraschend gleichartigen Gang der Uebungsfähigkeit und der Ermüdbarkeit.

An dieser Stelle jedoch erhebt sich ein gewichtiges Bedenken. Die Normalversuche, auf die sich unsere Betrachtung stützt, vertheilten sich bei den einzelnen Versuchspersonen nicht in gleichmäßiger Weise über die ganze Versuchszeit. Da aber die Ermüdbarkeit im Verlaufe dieser letzteren durch die Uebung fortschreitend abnimmt, so würden schon aus diesem Grunde allein diejenigen Personen die geringste Ermüdbarkeit aufweisen müssen, deren Normalversuche zufällig in der ganzen Reihe verhältnissmäßig spät lagen. Um die Berechtigung dieses Einwandes zu prüfen, wird es nothwendig sein, die Ermüdungswirkung bei den verschiedenen

Personen in solchen Versuchen mit einander zu vergleichen, welche in der Versuchsreihe die gleiche Stellung einnahmen. Der Einfachheit halber werden wir für diesen Zweck nur die letzten Werthe jedes Versuches in Procenten der Anfangsleistung ausdrücken, um dadurch ein ungefähres Bild von der Größe des jeweiligen Ermüdungseinflusses zu erhalten. Die so gewonnenen Zahlen enthält die folgende Tabelle.

Tabelle XLV.

Ordnungszahl des Versuchs	Letzte Werthe in Procenten der zugehörigen Anfangsleistung			
	Ho.	J.	Hi.	R.
1.	—	—	68,3	55,7
3.	—	37,3	88,2	36,3
4.	86,8	—	—	47,9
6.	—	64,4	—	56,1
8.	77,5	—	—	82,7
9.	—	76,5	—	—
11.	113,8	—	—	—

Diese Tabelle zeigt uns sehr deutlich die große Ermüdbarkeit von R., der auf allen Uebungsstufen eine raschere Abnahme der Leistung erkennen lässt, als die übrigen Personen. Die einzige, geringfügige Ausnahme im 8. Versuche wird durch den Ausfall des 11. Versuches unzweifelhaft als Zufälligkeit gekennzeichnet. Hi. steht hier, offenbar wegen seiner kurzen Versuche, auffallend günstig da. In seinem 5. Versuche lieferte er einen Procentsatz von 84,2, blieb also hinter dem 4. Versuche Ho.'s zurück. Ein sicherer Schluss lässt sich jedoch aus dieser vereinzelten Beobachtung nicht ziehen. Ebenso wenig kann man hier J. mit den übrigen Personen vergleichen; nur ist die Schnelligkeit bemerkenswerth, mit welcher sich bei ihm die ursprünglich sehr starken Ermüdungswirkungen abschwächen.

Es ist uns ferner möglich, diese Ergebnisse dadurch zu prüfen, dass wir den durchschnittlichen Ermüdungsfortschritt aus allen Curven der Normalversuche feststellen. Wir erhalten auf diese

Weise für jede Versuchsperson eine einzige Zahl, in der sich ihre Ermüdbarkeit ausdrückt. Vergleichbar werden allerdings auch dabei nur diejenigen Versuche sein, die unter annähernd denselben Bedingungen ausgeführt wurden. Die Berechnung des durchschnittlichen Ermüdungsfortschrittes geschieht in ähnlicher Weise wie früher diejenige der Uebungswirkung, indem für jeden Versuch aus den aufeinander folgenden Werthen alle überhaupt möglichen Differenzen gebildet werden, deren Betrag man dann unter Berücksichtigung der Vorzeichen gleichmäßig auf die Zahl der vorhandenen Curven vertheilt. Das Ergebniss einer solchen Berechnung geben wir in der folgenden Tabelle wieder. Die Zahlen bedeuten für jeden Versuch das durchschnittliche Sinken der Arbeitsleistung von Curve zu Curve in Millimetern.

Tabelle XLVI.

	1.	2.	3.	4.	5.	Mittel
Ho.	– 35,5	– 11,7	– 2,0	– 37,2	—	– 21,6
J.	– 69,1	– 43,2	– 30,8	– 28,8	—	– 43,0
Hi.	– 92,6	– 37,2	– 64,9	—	—	– 64,9
R.	– 54,4	– 147,3	– 114,3	– 106,5	– 30,5	– 90,6

Diese Zahlen geben uns eine glänzende Bestätigung für unsere bisherigen Ausführungen. Die Reihenfolge der Versuchspersonen entspricht vollständig derjenigen, die wir bei der Prüfung ihrer Uebungsfähigkeit aufgefunden hatten. Allerdings sind die Unterschiede verhältnissmäßig geringere; die Ermüdbarkeit der einzelnen Personen verhält sich wie 1 : 2 : 3 : 4. Die Vermuthung, dass Uebungsfähigkeit und Ermüdbarkeit in einem tieferen Zusammenhange mit einander stehen, gewinnt durch diese Zahlen eine neue Stütze. Im Einzelnen freilich weist die Ermüdbarkeit große Schwankungen auf. Das entspricht auch durchaus der täglichen Erfahrung, die uns lehrt, dass die Verschiedenheiten der Disposition in erster Linie durch verschieden große Ermüdbarkeit bedingt werden. Bei J. und auch wohl bei R. nimmt die Ermüdbarkeit im Laufe der Versuchszeit deutlich ab, ein Ergebniss, welches sich

vollkommen mit unseren früheren Aufstellungen deckt. Bei Hi. besitzen wir leider zu wenig Versuche und bei Ho. überwiegen die zufälligen Schwankungen. Von Interesse ist es, dass J. hier trotz der kurzen Erholungspausen so günstig dasteht.

Wir haben zum Schlusse dieser Betrachtung noch darauf hinzuweisen, dass die hier gewonnenen Mittelzahlen keineswegs schon ein Maß für die wirkliche Ermüdbarkeit abgeben. Vielmehr zeigen sie uns nur an, um wie viele Millimeter durchschnittlich in den Normalversuchen jede folgende Curve hinter jeder vorangehenden zurückbleibt. Die wahre Ermüdungswirkung aber ist erheblich ausgiebiger, da sie nicht nur die Durchschnittsleistung unter die Anfangsleistung herabdrückt, sondern außerdem auch noch den Fortschritt unwirksam macht, den die Uebung herbeiführen sollte. Da alle jene Zahlen ein Sinken der Arbeit unter die Anfangsleistung anzeigen, so haben wir, um die volle Ausdehnung der Ermüdungswirkung zu erhalten, zu ihnen noch den erwarteten Uebungsfortschritt hinzuzufügen, der durch die Ermüdung überwogen wurde. Unter Berücksichtigung dieses Umstandes könnten wir demnach Werthe für die wahre Ermüdbarkeit dadurch erhalten, dass wir die bisher gefundenen durchschnittlichen Uebungs- und Ermüdungswirkungen nach ihrer absoluten Größe zu einander addiren. Leider sind unsere früher mitgetheilten Zahlen für die Uebungsfähigkeit nicht nur aus den Normalversuchen, sondern aus allen insgesammt gewonnen; auch würde die Zahl der Normalversuche für jenen Zweck wohl kaum ausreichen. Dennoch dürfen wir vielleicht unter Vorbehalt die obigen Uebungswerthe in dem besprochenen Sinne hier einführen, da wir annehmen können, dass sich gerade bei der großen Zahl der berücksichtigten Versuche Zufälligkeiten am besten werden ausgeglichen haben. Wir erhalten auf diese Weise folgende Werthe für die wahre Ermüdbarkeit:

Ho.	J.	Hi.	R.
22,6 (1,7 %)	45,3 (2,5 %)	68,8 (5,4 %)	104,7 (6,6 %).

Um die hier angegebene Zahl von Millimetern war also die Ermüdung unter den gegebenen Versuchsbedingungen bei den einzelnen Personen im Stande, die durchschnittliche Leistung einer Curve herabzudrücken, oder mit anderen Worten: jene Zahlen geben an, um wieviel sich die Leistung jeder Curve vergrößert haben

würde, wenn es möglich gewesen wäre, die Ermüdung vollkommen auszuschließen. Wir ersehen, dass die Ermüdung ungleich gewaltiger die Leistung beeinflusst, als die Uebung; freilich ist ihre Wirkung von weit kürzerer Dauer. Die in Klammern beigefügten Zahlen geben uns das Procentverhältniss der Ermüdungswirkung zu der durchschnittlichen Anfangsleistung der einzelnen Personen an. Die Ermüdbarkeit war also unter den hier obwaltenden Bedingungen bei R. etwa 7 mal, bei Hi. 14 mal so groß, als die Uebungsfähigkeit. Bei Ho. mit seiner großen Uebung und ebenso bei J., der unter stark ermüdenden Versuchsbedingungen arbeitete, stieg sie auf das 20-fache der Uebungsfähigkeit.

Werfen wir nun noch einen Blick auf die Beeinflussung der Hubzahl durch die Ermüdung, so werden wir auch hier zunächst die durchschnittlichen Hubzahlen der einzelnen Curven aller Normalversuche in Procenten der ersten Durchschnittszahl ausdrücken.

Tabelle XLVII.

	Durchschnittliche Hubzahlen in Procenten der ersten Hubzahl											
Ho.	100,0	100,6	107,3	105,6	101,1	95,0	91,1	—	—	—	—	—
J.	100,0	88,0	85,8	81,5	80,7	83,3	82,0	76,4	77,7	79,0	74,2	75,1
Hi.	100,0	105,1	110,8	107,4	101,7	94,9	—	—	—	—	—	—
R.	100,0	99,1	96,1	99,1	96,5	64,7	75,1	69,9	—	—	—	—

Schon auf den ersten Blick können wir unter den Versuchspersonen zwei Gruppen auseinanderhalten. Bei Ho. und Hi. findet zunächst eine Zunahme, bei J. und R. dagegen sofort eine Abnahme der Hubzahl statt. Die Zunahme bei den Erstgenannten erfolgt in fast genau gleicher Weise; nur steigert sich bei Hi. die Hubzahl noch etwas mehr als bei Ho. Auch früher haben wir bereits auf die große Neigung Hi.'s hinweisen können, seine Arbeitsleistung durch Vermehrung der Hubbewegungen zu verbessern. Ein Vergleich der hier gegebenen Zahlen mit denjenigen der Tabelle XLIV lehrt uns ferner, dass bei Hi. die Hubzahl durch die Ermüdung in weit geringerem Maße beeinflusst wird, als die Leistung. Hi. führt also unter dem Einflusse der wachsenden Ermüdung immer kleinere Bewegungen aus, während die Zahl derselben nur wenig abnimmt.

Dem gegenüber steigt bei Ho. im Laufe des Versuches namentlich die Hubgröße; später aber nimmt dieselbe auch bei ihm verhältnissmäßig etwas schneller ab, als die Hubzahl. Ebenso sehen wir ferner bei J. und R. die Hubzahlen entschieden langsamer abnehmen, als die Arbeitsleistung. Offenbar handelt es sich hier also um eine allgemeine Regel: Die Ermüdung verkleinert die Hubgröße rascher und in stärkerem Maße, als die Hubzahl.

Schreiten wir schließlich noch zur Zusammenfassung der Ermüdungswirkung auf die Hubzahl in einen einzigen Werth nach dem früher besprochenen Verfahren, so erhalten wir für die verschiedenen Versuchspersonen die folgenden Zahlen.

Tabelle XLVIII.

	1.	2.	3.	4.	5.	Mittel
Ho.	− 0,83	− 0,64	− 0,34	− 1,19	—	− 0,74
J.	− 1,20	− 1,31	− 0,88	− 0,70	—	− 1,02
Hi.	− 2,83	+ 1,18	− 0,57	—	—	− 0,72
R.	− 1,90	− 4,00	− 1,51	− 2,53	− 0,21	− 2,03

Auch hier heben sich sofort die beiden oben erwähnten Gruppen von einander ab. Ho. und Hi. verlieren durchschnittlich von Curve zu Curve nicht mehr als $^3/_4$ Hubbewegung, während dieser Verlust bei den beiden anderen Personen eine und sogar zwei ganze Bewegungen übersteigt. Während wir oben die Arbeitsleistung bei Hi. dreimal so schnell abnehmen sahen als bei Ho., halten sie hinsichtlich des Sinkens der Hubzahl so ziemlich mit einander Schritt, da bei Hi. die Hubzahl weit langsamer zurückgeht als die Hubgröße. J., der früher zwischen Ho. und Hi. stand, verringert jetzt die Zahl seiner Hubbewegungen doch schneller als Hi. R. endlich zeigt hier wieder die stärksten Ermüdungswirkungen, wenn auch bei ihm die Leistung im Verhältnisse zu den übrigen Personen noch rascher herunterging als die Hubzahl. Im Einzelnen bieten die Zahlen vielfache und bedeutende Abweichungen dar, so dass die Mittel bei der geringen Anzahl von Versuchen nicht gerade besonders zuverlässig erscheinen. Einmal bei Hi. findet sich sogar im Laufe

des Versuches eine Zunahme der Hubzahl statt einer Abnahme; die Leistung war dabei freilich trotzdem gesunken, wie aus der Tabelle XLVI hervorgeht. Bei J. lässt sich schrittweise eine Abnahme des Ermüdungseinflusses feststellen, während bei den anderen Personen nur unregelmäßige Schwankungen erkennbar sind.

Um den wahren Werth der Ermüdungswirkung auf die Hubzahl kennen zu lernen, werden wir auch hier den latenten Uebungszuwachs dieser letzteren zu berücksichtigen haben, welcher nur durch die Ermüdung mehr als ausgeglichen wurde. Wir erhalten so für unsere Versuchspersonen folgende Werthe:

Ho.	J.	Hi.	R.
0,83	1,23	1,38	3,33.

Wie man sieht, hat sich nunmehr die ursprüngliche Reihenfolge der Versuchspersonen auch hier wieder hergestellt.

Einen interessanten Einblick in die persönlichen Eigenthümlichkeiten unserer Versuchspersonen gestattet uns eine auffallende Erscheinung, die uns auch früher bereits vorübergehend beschäftigt hat. Aus der Tabelle XLIV geht hervor, dass bei Ho. und Hi. die Curvenleistungen zunächst eine Steigerung erfuhren, bevor das Sinken derselben durch die Ermüdung bewirkt wurde. Man könnte versucht sein, diese Steigerung als Uebungswirkung anzusehen, allein sie ist so beträchtlich, dass diese Annahme nicht wohl haltbar erscheint. Als durchschnittlichen Betrag der Uebungswirkung für eine Curve haben wir aus dem Vergleiche der ersten Curven aller Versuche für Ho. 0,08%, für Hi. 0,38% erhalten. Es soll zugegeben werden, dass dieser Betrag zu klein ist, da bei den zu ihm führenden Berechnungen der Uebungsverlust außer Ansatz bleibt, der von einem Tage zum anderen stattfindet. Ohne Zweifel nimmt die Uebung nach noch nicht genauer bekanntem Gesetze im Anfange sehr rasch und später immer langsamer ab. Unser durchschnittlicher Uebungszuwachs ist aber aus den ersten Curven aller Versuche berechnet, die zeitlich mindestens je 24 Stunden auseinander lagen. Dadurch war zwar der Einfluss der Ermüdung auf das Uebungsergebniss in vollkommener Weise ausgeschlossen, aber wir müssen auch annehmen, dass ein Theil der durch den Versuch erworbenen Uebung, der sich in der zweiten Curve recht wohl geltend machen konnte, in der Zwischenzeit zwischen zwei

Versuchen wieder geschwunden war und somit den berechneten Zuwachs nicht mehr beeinflusste. Dieser letztere fiel dadurch nothwendiger Weise zu klein aus. Wie groß dieser Fehler ist, lässt sich schwer sagen. Bei dem durch vielfache Erfahrungen festgestellten, überaus langsamen Schwinden der Uebungswirkung in längeren Zeiträumen werden wir indessen geneigt sein, den Uebungsverlust in 24 Stunden nicht für so groß zu halten, dass er genügen könnte, die thatsächlich gefundene Steigerung der Leistung in der zweiten Curve zu erklären.

Einen gewissen Anhaltspunkt für die Beurtheilung dieser Frage liefern uns die Versuche J.'s zu verschiedenen Tageszeiten. Bei diesen folgten die einzelnen Curven immer nach spätestens zwei Stunden aufeinander. Die Ermüdung war in dieser Zeit sicherlich vollkommen verschwunden, so dass nur die reine Uebungswirkung übrig geblieben war. Zwar konnte ein Theil derselben wohl auch jetzt schon wieder abhanden gekommen sein, aber ein Vergleich des hier erhaltenen Uebungszuwachses mit dem Ergebnisse nach 24 Stunden erlaubt uns doch einen ungefähren Schluss auf die Schnelligkeit, mit welcher die Uebung verblasst. Allerdings standen die einzelnen Curven, aus denen wir die Uebungswirkung berechnen wollen, keineswegs unter ganz gleichen Bedingungen, wie wir das früher erörtert haben. Indessen ist das ein Fehler, der bei der Rechnung mit psychischen Größen ein für alle Mal unvermeidlich ist; er ist es gerade, der uns zwingt, immer von Neuem die Versuche zu häufen, um die bestehenden Gesetzmäßigkeiten mit genügender Klarheit aus dem Wust widerspruchsvoller Beobachtungen herauszuschälen.

Aus den 3 Normalversuchen, die von J. über den ganzen Tag ausgedehnt wurden, ergibt sich ein mittlerer Uebungszuwachs von Curve zu Curve im Betrage von 18 Millimetern oder 0,91% der durchschnittlichen Anfangsleistung. Das würde etwa ein 7 Mal größerer Uebungszuwachs sein, als wir ihn für die erste Versuchsgruppe J.'s gefunden hatten. Erhöhen wir den Betrag des Uebungszuwachses für Ho. und Hi. in gleichem Maßstabe, so würde auch damit noch durchaus keine Erklärung für die bei ihnen beobachtete viel größere Steigerung der Arbeitsleistung gegeben sein. An eine einfache Uebungswirkung ist daher gewiss nicht zu denken.

Wir können diese Auffassung um so bestimmter zurückweisen, als ja auch die Ermüdung ohne Zweifel schon von der ersten Curve an beginnt. Thatsächlich überwiegt der Einfluss jener letzteren im Durchschnitte denjenigen der Uebung bedeutend, wie uns die früheren Betrachtungen gezeigt haben. Wir fanden bei allen Normalversuchen eine Abnahme der Arbeitsleistung, die für Ho. im Mittel 21,6 und für Hi. 64,9 Millimeter in jeder Curve betrug. Eine solche Abnahme sollten wir von vorn herein natürlich auch für die zweite Curve erwarten. In Wirklichkeit ist eine Steigerung der Arbeitsleistung eingetreten, welche bei Ho. 3,8% der Anfangsleistung beträgt, während sich die erwartete Abnahme auf 1,6% berechnen lässt. Für Hi. stellen sich die entsprechenden Werthe auf 4,1% und 5,0%. Es muss also hier ein Einfluss wirksam gewesen sein, der die Leistung bei Ho. um 5,4%, bei Hi. um 9,1% über das erwartete Maß hinaus gesteigert hat. Allerdings ließe sich an diesem Punkte geltend machen, dass die Ermüdung nicht auf jeder Stufe mit gleicher Geschwindigkeit anzuwachsen braucht. Wenn daher auch die durchschnittliche Ermüdungswirkung bekannt ist, so wissen wir damit noch nicht, ob dieser Durchschnitt wirklich für das Verhältniss zwischen erster und zweiter Curve zutreffen muss. Vielmehr scheint gerade das anfängliche rasche Sinken der Arbeitsleistung bei J. und R. dafür zu sprechen, dass die Ermüdungswirkung von der ersten zur zweiten Curve sich besonders stark geltend macht. In Wirklichkeit aber kann dieser Umstand nur dazu dienen, die Wirkung einer eigenartigen, die Arbeit begünstigenden Ursache bei Ho. und Hi. erst recht wahrscheinlich zu machen. Gerade wenn die bedeutende Uebungswirkung bei R. so rasch durch die Ermüdung überwunden werden konnte, wird man schwerlich die Arbeitssteigerung bei Ho. und Hi. auf die bei ihnen weit geringere Uebungsfähigkeit beziehen können.

Wir werden um so weniger zu jener Annahme greifen, als uns eine Ursache bekannt ist, aus deren Einwirkung sich in ganz ungezwungener Weise das Verhalten von Ho. und Hi. erklärt. Wir meinen die A n r e g u n g, die hier bei der nicht allzu großen Zwischenzeit zwischen den beiden Curven gewiss noch die Möglichkeit hatte, ihren Einfluss geltend zu machen. Sie war es, die im Verein mit der Uebung die Ermüdungswirkung aufhob und sogar überwog.

Als Maß für dieselbe werden wir also ohne Weiteres den Unterschied zwischen der für die zweite Curve erwarteten Abnahme der Leistung und der thatsächlich erhaltenen Zunahme betrachten. Das wären die oben angeführten Zahlen von 5,4% für Ho. und von 9,1% für Hi. Die Anregung würde also bei dem letzteren zunächst verhältnissmäßig stärker hervorgetreten sein, als bei Ho. Bei der folgenden Curve freilich scheint sich das Verhältniss bereits umzukehren. Wir erhalten als Werth für die Anregung bei Ho. 13,7% und bei Hi. 11,0% der Anfangsleistung, allein späterhin fallen die Zahlen, denen man freilich nicht allzu viel Gewicht beilegen darf, doch wieder für Hi. größer aus.

Leider sind wir nicht im Stande, diese Betrachtungen durch ähnliche Berechnungen für die beiden anderen Versuchspersonen zu ergänzen. Bei ihnen ist der Einfluss der Anregung, der übrigens in Wirklichkeit aus nahe liegenden Gründen größer sein muss, als wir ihn soeben bestimmt haben, durch die Ermüdung vollständig verdeckt. Wir werden uns darüber nicht so sehr wundern. Uns steht kein anderes Mittel zu Gebote, die Ermüdung zu messen, als das Sinken der Arbeitsleistung. Auch dort, wo dieses Sinken nicht durch die Anregung verhindert werden kann, wird es durch sie doch sicherlich verlangsamt. Wir dürfen daher annehmen, dass die von uns bei J. und R. gefundene Ermüdungswirkung noch erheblich stärker ausgefallen wäre, wenn nicht die Anregung einen Theil derselben ausgeglichen hätte. Die Abnahme der Arbeitsleistung erscheint also hier wie bei den zuerst betrachteten Personen wegen des ausgleichenden Einflusses der Anregung zu klein. Dass hier eine solche Wirkung der Anregung thatsächlich mitgespielt hat, ist nicht nur wegen der Erfahrungen bei Ho. und Hi. von vorn herein wahrscheinlich, sondern kann auch aus einer schon früher von uns berührten Erscheinung mit einiger Sicherheit geschlossen werden.

Wir haben bereits darauf hingewiesen, dass die Abnahme der Leistung von der ersten zur zweiten Curve bei J. und R. weit stärker ist, als alle späteren Unterschiede aufeinander folgender Curven. Der nahe liegende Schluss, dass demnach die Ermüdung sich gerade am Anfange lebhafter geltend macht, als im weiteren Verlaufe der Arbeit, würde mit unseren sonstigen Erfahrungen in unvereinbarem Widerspruche stehen. Dagegen wird man daran

denken können, dass etwa von der dritten Curve an eine Ursache in den Gang der Dinge eingegriffen hat, welche dem Fortschritte der Ermüdung ein wenig entgegenwirkte. Diese Annahme würde den Thatsachen ebenso gut gerecht werden wie die zuerst angeführte. Beachten wir ferner, dass bei derjenigen Versuchsperson, welche die geringste Ermüdbarkeit besaß, bei Ho., der Höhepunkt der Anregung erst in der dritten Curve erreicht wurde, so wird es recht wahrscheinlich, dass die besonders rasche Abnahme der Leistung von der ersten zur zweiten Curve bei J. und R. wesentlich durch das anfängliche Fehlen der Anregung bedingt gewesen ist. Wir hätten dann hier im Anfange eine fast reine und darum starke Ermüdungswirkung vor uns, welcher erst im weiteren Verlaufe die wachsende Anregung mit Erfolg entgegengetreten wäre. Dass die Anregung sich hier bei den immer wieder unterbrochenen Versuchen verhältnissmäßig sehr langsam zu ihrer Höhe entwickeln konnte, wird uns nicht Wunder nehmen können. Bei Hi. scheint sie nach unserer oben ausgeführten Berechnung erst in der vierten Curve zur vollen Entfaltung gekommen zu sein.

Eine wichtige Stütze der hier entwickelten Anschauungen liefern uns eine Reihe von Versuchen, die von Ho. späterhin mit verschiedener Zwischenzeit zwischen den einzelnen Curven durchgeführt wurden. Das Ergebniss derselben ist in der folgenden Tabelle wiedergegeben.

Tabelle XLIX.

Größe der Pause	Arbeitsleistung in der	
	1. Curve	2. Curve
10 Minuten	962	1210
10 »	992	1192
20 »	1274	1190
40 »	1552	1544
40 »	1782	1704

Hier zeigt sich in den ersten beiden, unter den früheren Bedingungen ausgeführten Versuchen das bekannte Anwachsen der

Arbeitsleistung. Dagegen beobachten wir bei den übrigen Versuchsreihen mit einer den Zufall ausschließenden Regelmäßigkeit Sinken des Arbeitswerthes in der zweiten Curve. Das gleiche Verhalten finden wir in sämmtlichen Versuchen J.'s wieder, bei denen die Pause 5 Minuten betrug; bei dem Versuche mit einer Zwischenzeit von 10 Minuten trat auch bei ihm eine Steigerung in der zweiten Curve hervor. Es wird auf diese Weise klar, dass die Länge der Pause für das Zustandekommen der hier betrachteten Erscheinung eine wesentliche Rolle spielen muss. Sowohl zu kurze wie zu lange Pausen scheinen das Ansteigen der Arbeitsleistung in der zweiten Curve zu hindern. Dieses zunächst ganz unbegreiflich scheinende Ergebniss ist leicht verständlich, wenn man die von Amberg[1]) gefundenen Thatsachen berücksichtigt. Wir wissen durch ihn, dass bei geistiger Arbeit die Anregung eine Steigerung der Leistung bewirkt, die nach kurzer Zeit, etwa nach 15 Minuten, in der Hauptsache wieder verschwunden ist. Nehmen wir an, was durch zahlreiche Thatsachen der täglichen Erfahrung wahrscheinlich gemacht wird, dass ganz ähnliche Einflüsse auf dem Gebiete der Muskelleistungen eine Rolle spielen, so begreifen wir, dass die Anregung unter den hier obwaltenden Verhältnissen wesentlich nur den Versuchen mit Pausen von 10 Minuten zu Gute kommen kann. Bei den längeren Pausen ist ihr Einfluss zweifellos bereits geschwunden; eine Erleichterung der Arbeit durch die voraufgegangene Thätigkeit findet also nicht mehr statt. Dagegen hat sich der beständigere Einfluss der Ermüdung noch keineswegs ausgeglichen; es ist ja bekannt, dass derselbe nach starken Muskelanstrengungen selbst mehrere Tage lang anhalten kann. Bei den geringen, hier verlangten Leistungen scheint allerdings nach 40 Minuten schon eine deutliche Abnahme der Ermüdungswirkungen stattzufinden, wie ein Vergleich der Arbeitsminderung nach 20 und nach 40 Minuten darthun dürfte. Auf der anderen Seite ist auch eine zu kurze Pause dem Hervortreten der Anregungswirkung nicht günstig, weil dieselbe alsdann durch die stärkeren Einflüsse der Ermüdung verdeckt wird. So erklärt sich auf die einfachste Weise der verschiedene Ausfall der Versuche J.'s mit 5 und mit 10 Minuten

1) Vgl. dieses Heft S. 371.

Pause. Gerade die Zwischenzeit von 10 Minuten war offenbar für die Entfaltung der Anregung besonders günstig. Ein Theil dieser Zwischenzeit wurde noch durch den Versuch selbst ausgefüllt, so dass bei Beginn der nächsten Curve einerseits die anregende Wirkung der vorausgehenden Arbeit noch in ziemlicher Stärke fortbestand, andererseits doch die unmittelbare Lähmung durch die Ermüdung sich zum größten Theile bereits ausgeglichen hatte.

Ganz ähnliche Erscheinungen wie wir sie hier für den Verlauf der ganzen Versuche festgestellt haben, finden wir bei der Betrachtung der einzelnen Curven wieder. Wie die beigefügten Ermüdungscurven

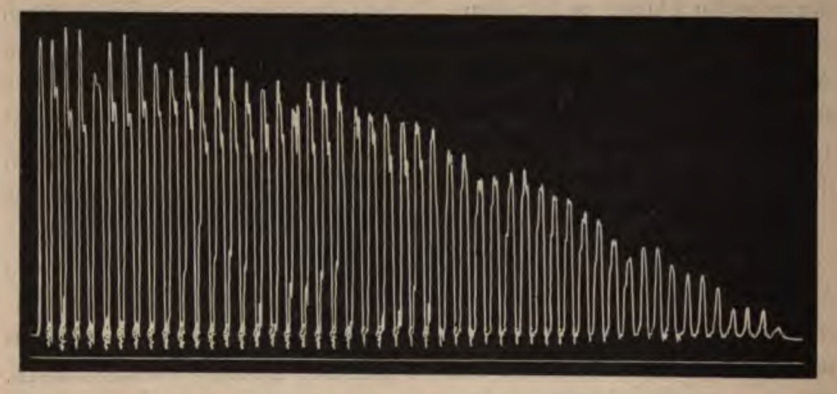


Fig. 1. Ho. 3. VII. 94. Normalversuch, 1. Curve.
Leistung 1193 mm; Hubzahl 47; Hubgröße 25,4 mm.

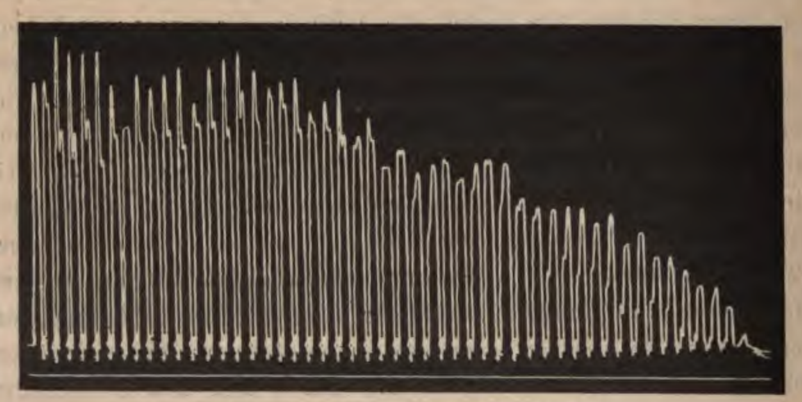


Fig. 2. Ho. 3. VII. 94. Normalversuch, 5. Curve.
Leistung 1402 mm; Hubzahl 50; Hubgröße 28,0 mm.

zeigen, die uns Beispiele für das gewöhnliche Verhalten von Ho., J. und R. geben, ist nur bei J. die erste Hebung einer Curve zugleich die höchste. Bei Ho. und R. dagegen ist die erste Hebung



Fig. 3. J. 4. VIII. 94. Theeölversuch, 1. Curve.
Leistung 1701 mm; Hubzahl 58; Hubgröße 29,3 mm.

deutlich etwas niedriger, als die zweite. Bisweilen wird, wie gerade die abgebildete Curve von Ho. zeigt, die volle Höhe sogar erst in der dritten oder gar der vierten Curve erreicht. Der Muskel entfaltet also bei einigen Personen seine Leistungsfähigkeit nicht sofort beim ersten Antriebe, sondern erst nach einer oder einigen Bewegungen. Für die einzelnen Hebungen gilt demnach das Gleiche, was wir früher für die ganzen Curven gefunden hatten. Auch hier werden durch die Arbeit gewisse Widerstände beseitigt und dadurch die Leistung allmählich erhöht.

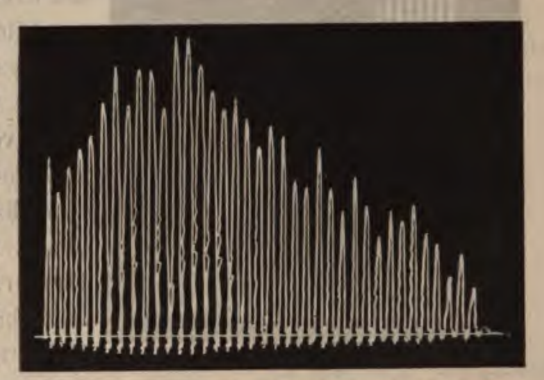


Fig. 4. J. 4. VIII. 94. Theeölversuch, 10. Curve.
Leistung 895 mm; Hubzahl 37; Hubgröße 24,2 mm.

Sehr auffallend aber waren die Veränderungen, welche sich in diesem Verhalten unter dem Einflusse der Ermüdung einstellten. Bei Ho. freilich mit seiner geringen Ermüdbarkeit waren solche kaum bemerkbar. Bei J. dagegen und ebenso bei R. begannen die späten Curven eines Versuches regelmäßig mit ganz niedrigen Werthen, um dann allmählich, bisweilen erst mit der 8. oder 12. Hebung, die größte Höhe zu erreichen. Der Gipfel der Curve verschob sich auf diese Weise vom Beginne nach und nach bis gegen das Ende des ersten Drittels derselben. Mit dem Fortschreiten der Uebung und der dadurch bedingten Abnahme der Ermüdungswirkungen trat die geschilderte Erscheinung mehr zurück. Zur Aufklärung derselben unternahm Ho. eine Anzahl von Versuchen mit sehr kleinen Pausen bis zu einer oder einer halben Minute herab. Unter diesen Bedingungen wurde das Herabrücken der ersten Hebungen auch bei ihm immer deutlicher. Er hatte dabei Anfangs das Gefühl des Mühsamen, welches erst im Laufe der Bewegungen allmählich schwand. Wir haben es demnach hier offenbar auch mit einer Form der Anregung zu thun. Bei frischem, leistungsfähigem Muskel ist der Spielraum derselben ein



Fig. 5. R. 15. IX. 94. Normalversuch, 2. Curve. Leistung 1430 mm; Hubzahl 40; Hubgröße 35,8 mm.

Fig. 6.
R. 15. IX. 94. Normalversuch, 6. Curve. Leistung 1042 mm; Hubzahl 36; Hubgröße 28,9 mm.

geringer; die Trägheit ist rasch überwunden. Sobald jedoch die Ermüdung sich in höherem Maße geltend zu machen beginnt, wachsen die Widerstände, und es bedarf erst einer Reihe von Bewegungen, bis die Höhe der Arbeitsleistung erreicht wird. Man kann an den mitgetheilten Curven das Anwachsen der Anregung ungemein deutlich verfolgen. Sehr bald freilich gewinnt nunmehr die rasch fortschreitende Ermüdung die Oberhand.

Zum Schlusse sei es gestattet, noch kurz auf die eigenthümlichen unregelmäßigen Zacken hinzuweisen, die bei Ho. sowohl im Aufstieg wie im Abfalle der einzelnen Curven den geradlinigen Verlauf der Hubzeichnungen unterbrechen. In ganz leichten Andeutungen finden sie sich auch bei R., fehlen aber vollständig bei J. Offenbar handelt es sich hier um Schwankungen in der Muskelinnervation. Sie treten bei weitem am stärksten in dem absteigenden Schenkel der einzelnen Gipfel und ferner fast nur bei den ausgiebigsten Bewegungen auf. Der Erschlaffung des Muskels folgt hier sehr bald noch einmal ein stoßweiser, kurzer Antrieb. Den Anlass zu dieser Erscheinung dürfte hauptsächlich das unwillkürliche Bestreben gegeben haben, das schwere Gewicht nicht plötzlich zurückschnellen zu lassen. Umgekehrt wurde beim Heben der ursprüngliche Antrieb noch durch einen kleinen Nachschub verstärkt, um eine möglichst ergiebige Hubbewegung zu Stande zu bringen. Bei wachsender Ermüdung erhält sich daher nur das letztere Bestreben und mit ihm die Zacken im aufsteigenden Schenkel, während die Rücksicht auf das zurückschnellende Gewicht in den Hintergrund tritt. Die Verschiedenheiten der Versuchspersonen in Bezug auf ihr Verhalten in diesen Punkten sind gewiss nicht ohne weiterreichende Bedeutung; leider aber fehlt es uns an Material, um über diese kurzen Bemerkungen hinaus in die Frage eindringen zu können.

4. Zusammenfassung und Deutung der Ergebnisse.

Machen wir nunmehr den Versuch, uns über die Ergebnisse der hier bearbeiteten Beobachtungen Rechenschaft zu geben, so werden wir dabei in erster Linie die Erfahrungen zu berücksichtigen haben, die bei Ho., Hi. und R. gemacht worden sind. Zwischen diesen drei Versuchspersonen besteht in der Hauptsache Uebereinstimmung,

während J. offenbar eine besondere Stellung einnimmt, über deren Wesen und Ursachen wir vorläufig noch keine rechte Klarheit haben. Ueberdies zeigen die Versuche jener drei Beobachter die gleichen Züge, wie sie bereits aus den Erfahrungen anderer Forscher bekannt waren, die sich mit der Untersuchung der Wirkungen des Thees und Coffeïns beschäftigt haben. Von solchen Erfahrungen sind zunächst die Untersuchungen Ugolino Mossos[1]) zu erwähnen, die sich auf die Beeinflussung der Muskelarbeit durch Kolanüsse und durch Coffeïn beziehen. Derselbe fand, dass beide Mittel in entsprechenden Gaben für die erste Stunde eine sehr bedeutende Steigerung der Ergographenarbeit, bis auf das Vierfache und mehr, bewirkten. Nachher nahm die Wirkung allmählich ab. Ebenso fand Koch[2]) nach Gaben bis zu 0,5 g Coffeïn eine starke Zunahme der Muskelleistung, meint aber, dass die Wirkung sich bei wiederholten Gaben abschwäche. Er experimentirte übrigens unter wesentlich anderen Bedingungen als wir. Aehnliches beobachtete Rossi[3]).

Auch durch die vorliegenden Untersuchungen ist vor Allem wieder festgestellt worden, dass durch das Coffeïn eine entschiedene Steigerung der Muskelarbeit bewirkt wird. Bei Ho. trat diese Wirkung schon nach Gaben von 0,1 g deutlich hervor; bei Hi. wurden von vorn herein solche von 0,5 g in Anwendung gezogen. Die Ausgiebigkeit der Beeinflussung schwankte in beiden Fällen etwa zwischen 10 und 20%. R. zeigte bei Gaben von 0,3 bis 0,5 g nur geringfügige, aber doch wohl zweifellose Wirkungen. Bei J. war eine Coffeïnwirkung lange Zeit nicht mit voller Sicherheit festzustellen, sondern die Versuchsergebnisse erwiesen sich vielfach als schwankend, selbst bei größeren Coffeïngaben. Erst bei dem Versuche vom 17. August mit 0,6 g Coffeïn und 4,8 g Theeölzucker macht sich eine günstige Wirkung bemerkbar, ebenso anscheinend in dem Versuche vom 17. September. Während aber dort leider nicht die Wirkung der mit einander verbundenen Mittel auseinander gehalten werden kann, fehlt hier ein unter denselben Bedingungen ausgeführter Normalversuch zum Vergleiche.

---

1) Archives italiennes de biologie XIX, S. 241.

2) A. a. O. S. 29. 3) Rivista sperimentale di freniatria, XX, S. 459.

Die Dauer der Coffeïnwirkung wurde meist nicht länger verfolgt, als eine Stunde. Sie war selbst bei kleinen Gaben dann in der Regel noch sehr deutlich nachweisbar, ja es schien nicht selten, als ob der Höhepunkt in dieser Zeit zum mindesten noch nicht überschritten sei. Eine spätere Erschwerung der Muskelarbeit ließ sich nirgends mit Sicherheit nachweisen, trotzdem die subjectiven Empfindungen auf eine solche hinzuweisen schienen. Ein ganz überraschendes Ergebniss lieferten die letzten Versuche von J. Während hier zunächst, innerhalb der ersten 20 Minuten, eine Coffeïnwirkung zwar erkennbar, aber nicht sehr hervorstechend war, sahen wir im Verlaufe der nächsten Stunden bis gegen den Abend des Tages immer stärker die Leistung der Coffeïntage über diejenige der Normaltage sich erheben. Dieses Verhalten macht sich mit solcher Entschiedenheit geltend, dass wir kaum an einer derartigen Nachhaltigkeit der Coffeïnwirkung werden zweifeln können, um so weniger, als wir beim Alkohol eine noch weit längere Nachdauer der Vergiftungserscheinungen kennen gelernt haben. Der Widerspruch zwischen den Erfahrungen der verschiedenen Beobachter würde sich bei dieser Deutung der Jost'schen Versuche in recht einfacher Weise lösen. Wir hätten auch bei ihm eine sehr ausgiebige Coffeïnwirkung vor uns, aber dieselbe tritt anscheinend bei ihm erheblich langsamer hervor, als bei den anderen Versuchspersonen, eine Verschiedenheit, die uns aus der Wirkung anderer Gifte genugsam bekannt ist. Vielleicht besteht außerdem noch eine geringere Empfindlichkeit gegen das Coffeïn.

Eine wichtige Stütze findet diese Auffassung in dem Umstande, dass unter dieser Voraussetzung auch hinsichtlich der besonderen Gestaltung der Coffeïnwirkung zwischen den vier Versuchspersonen volle Uebereinstimmung herrscht. Sowohl bei Ho. wie bei Hi. hat sich feststellen lassen, dass unter dem Einflusse des Coffeïns wesentlich nicht die Zahl, sondern die Größe der einzelnen Hubbewegungen wächst. Bei R. ist diese Veränderung im Ablaufe der Curven vielleicht der wichtigste Beweis für das Bestehen der Coffeïnwirkung. Wir fügen deshalb hier zwei Curven bei, welche jene Erscheinung erläutern. Beide Curven stehen an gleicher, an der 5. Stelle zweier auf einander folgender Versuchstage. Die erste wurde unter der Wirkung von 0,4 g Coffeïn, die zweite ohne

Arzneimittel geschrieben. Trotzdem die Coffeïncurve langsamer ansteigt, erreicht sie doch sehr bald bedeutendere Hubgrößen und zeigt namentlich ein viel langsameres Sinken. Die Leistungen der beiden Curven betrugen 1480 und 1452 mm, obgleich man wegen der

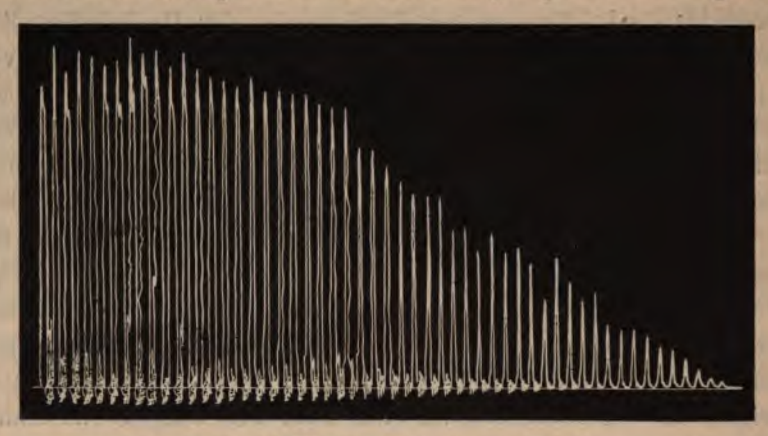


Fig. 7. R. 17. IX. 94. Normalversuch, 5. Curve.
Leistung 1452 mm; Hubzahl 53; Hubgröße 27,4 mm.

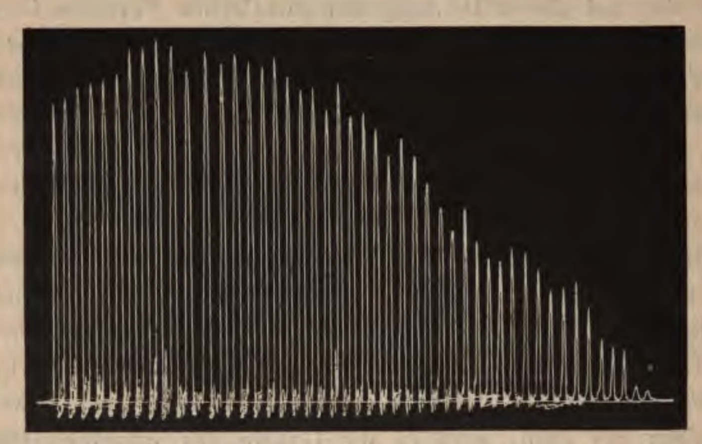


Fig. 8. R. 16. IX. 94. Coffeïnversuch (0,4 g), 5. Curve.
Leistung 1480 mm; Hubzahl 47; Hubgröße 31,5 mm.

Uebungseinflüsse in der Normalcurve erheblich mehr hätte erwarten sollen. Die Hubzahlen waren 47 und 53, die Hubgrößen demnach 31,5 und 27,4 mm. Die Ausgiebigkeit der einzelnen Bewegung war also im früheren Versuche um 4 Millimeter durchschnittlich größer,

als im späteren. Wir weisen endlich auch noch darauf hin, dass an dem Coffeïntage die einzelnen Hebungen weit glatter vor sich gegangen sind. Von den früher besprochenen Zacken, die in der Normalcurve sehr deutlich bemerkbar sind, ist hier nach Coffeïn fast nichts zu sehen, ein Zeichen dafür, dass die Bewegungen kräftiger und entschiedener ausgeführt wurden.

Die Vergrößerung der Hubbewegungen zeigen in ganz gleicher Weise die Versuche von J. im Laufe des Coffeïntages. Die sehr bedeutende Steigerung der Arbeitsleistung kommt auch bei ihm in erster Linie durch jene Ursache zu Stande. Das ist um so beweisender, als sich bei verschiedenen anderen Gelegenheiten herausgestellt hat, dass Verschiedenheiten in der Arbeitsdisposition und ebenso die Einflüsse der Uebung sich fast ausschließlich in Veränderungen der Hubzahl auszudrücken pflegen. Gerade dieser letztere Umstand macht es in hohem Maße unwahrscheinlich, dass die lange andauernde Steigerung der Muskelleistung bei J. auf zufällige Nebenursachen zurückzuführen sei; es bleibt bei gründlicher Erwägung kaum eine andere Möglichkeit, als dass in der That bei jenen Versuchen die günstige Wirkung des Coffeïns auf die musculäre Leistungsfähigkeit sich erst allmählich im Verlaufe von vielen Stunden zu ihrer vollen Höhe entwickelt habe.

Wir wollen an diesem Punkte sogleich einen Einwand berücksichtigen, der bei psychologischen Untersuchungen, namentlich über Arzneiwirkungen, außerordentlich nahe zu liegen scheint. Das ist die Möglichkeit einer Selbsttäuschung durch vorgefasste Meinungen. Verschiedene Forscher haben vor dieser Gefahr gewarnt, und Koch führt geradezu eine Anzahl von Versuchen an, in denen er durch ganz indifferente Stoffe, die für wirksame Arzneimittel gehalten wurden, deutliche Veränderungen der Muskelkraft erzielen konnte. Bemerkenswerth ist, dass hier stets eine Steigerung der Arbeitsleistung erreicht wurde. Ohne Zweifel vermögen psychische Einflüsse der verschiedensten Art sehr erhebliche Wirkungen auf unsere geistige und körperliche Leistungsfähigkeit auszuüben. Zahllose Erfahrungen des täglichen Lebens beweisen das. Namentlich sind es die Gemüthsbewegungen, welche uns gestatten, Trägheit, Hemmungen, Ermüdung vorübergehend oder für längere Zeit zu überwinden, und welche andererseits eine tiefgreifende Erschwerung

unserer gesammten psychischen Leistungen herbeizuführen im Stande sind. Demnach werden wir nicht umhin können, der Erwartung einen gewissen Einfluss auf den Ausfall der Versuche zuzuschreiben. Um so willkommener ist es dann, wenn uns der Versuch ein ganz unerwartetes Ergebniss liefert, wie das gerade bei J. der Fall gewesen ist. Niemand war auf die Unwirksamkeit des Coffeïns in den ersten, Niemand auch auf die lange Dauer der Wirkung in den späteren Versuchen gefasst. Ganz besonders wichtig aber scheint uns für den Ausschluss der Suggestionswirkung in unseren Versuchen die Thatsache, dass überall neben der Steigerung der Muskelarbeit, die erwartet wurde, auch noch eine Aenderung ihres Typus nachgewiesen werden konnte, die Niemand vorausgesehen hatte.

Dass die Wirkung des Paraguaythees wesentlich auf seinen Coffeïngehalt zurückzuführen ist, wurde schon früher erwähnt. Im Ganzen scheint dieser letztere bei unserem Präparate ein verhältnissmäßig geringer gewesen zu sein; daher die Flüchtigkeit der Wirkungen. Bei J. schien zwar anfangs eine deutlichere Ilexwirkung aufzutreten, wo das Coffeïn wirkungslos blieb, aber gerade hier verband sich damit nicht die Vergrößerung der Hubbewegungen, welche die Beeinflussung durch das Coffeïn kennzeichnet. Dazu kommt, dass in den späteren Versuchen von einer Wirkung der Ilex durchaus nichts nachzuweisen war. Es muss sich daher, wie auch die Betrachtung im Einzelnen wahrscheinlich gemacht hat, bei den ersten Ilexversuchen um Zufälligkeiten gehandelt haben, wie sie bei derartigen Untersuchungen ja regelmäßig unsere Aufgabe zu erschweren pflegen. Etwas durchsichtiger sind die Wirkungen des Theeöls. Leider sind die Versuche mit demselben nur von Ho. und J. durchgeführt worden. Bei dem Ersteren findet sich eine ganz entschiedene Herabsetzung der Muskelleistung, die wesentlich durch eine Verminderung der Hubzahl bedingt ist. Die Versuche von J. haben auch an diesem Punkte ziemlich schwankende Ergebnisse geliefert, wie denn überhaupt seine Zahlen überall sehr große Unregelmäßigkeiten aufweisen. Immerhin wird eine gewisse lähmende Wirkung des Theeöls auch bei ihm nicht unwahrscheinlich.

Die Wirkung des Coffeïns auf das Addiren entspricht voll-

kommen den von früheren Untersuchern gemachten Erfahrungen[1]). Innerhalb der ersten Stunde betrug die Steigerung der Arbeitsleistung etwa 5—8%; die Gabe schwankte dabei zwischen 0,1 bis 0,6 g, ohne dass sich ein deutliches Anwachsen der Wirkung mit Vergrößerung der Gabe hätte nachweisen lassen. Die Ilexversuche zeigten die gleiche Wirkung wie das Coffeïn; sie machte sich bei den angewandten Gaben sogar noch stärker geltend, als in der ersten Gruppe der Coffeïnversuche mit 0,1 g. Das Theeöl endlich trat bei diesen Versuchen nicht in Gegensatz zum Coffeïn, sondern erzeugte ebenfalls eine Erleichterung des Addirens; allerdings war dieselbe bei den hier gebrauchten Gaben entschieden weniger beträchtlich.

Wenn wir nunmehr darangehen, die gefundenen Thatsachen unter einheitlichen Gesichtspunkten zusammenzufassen, so werden wir dabei am besten ausgehen von der Erfahrung, dass die Leistung jeder Ermüdungscurve durch zwei, bis zu einem gewissen Grade von einander unabhängige Umstände bestimmt wird, durch die Zahl und durch die Größe der Hubbewegungen. Die erstere lesen wir aus der Curve unmittelbar ab; die letztere können wir entweder ausmessen oder bequemer aus dem Verhältnisse der Curvenleistung zur Hubzahl berechnen.

Die Hubgröße ist im allgemeinen abhängig von der Ausgiebigkeit der Muskelzusammenziehung. Bei unseren Versuchen jedoch hat dieselbe zunächst ihre Grenze in den Schranken, welche der untersuchten Bewegung durch den Bau des Ergographen wie der betheiligten Gelenke gesetzt sind. Ueber ein bestimmtes, nicht sehr bedeutendes Maß hinaus kann sie sich daher nicht steigern. Erst im weiteren Verlaufe, wenn sich die Ermüdung geltend zu machen beginnt, erreichen die einzelnen Bewegungen nicht mehr die Grenzen des gegebenen Spielraums. Wie die Erfahrung lehrt, kann es nun entweder zu einem ganz allmählichen, schrittweisen Sinken der Hubgröße kommen, oder die Bewegungen behalten bis zuletzt eine gewisse Ausgiebigkeit, um dann ziemlich plötzlich ganz abzubrechen.

---

1) Vgl. Kraepelin, Ueber die Beeinflussung einfacher psychischer Vorgänge durch einige Arzneimittel, S. 219.

Diese Verschiedenheiten aber sind es, welche den berechneten Werth der Hubgröße wesentlich mit beeinflussen. Bei allmählichem Sinken wird die durchschnittliche Hubgröße wegen der zahlreichen niedrigen Hebungen im allgemeinen immer kleiner ausfallen, als bei plötzlichem Abbrechen der Arbeit. Dafür wird aber im ersteren Falle bei gleicher Gesammtleistung die Hubzahl eine größere sein.

Nach unseren Erfahrungen steht so viel fest, dass Hubzahl und Hubgröße durch die gleichen Ursachen in verschiedener Weise beeinflusst werden. Die Uebung vergrößert vor allem die Zahl der Hebungen, vielleicht, nachdem im Anfange auch die Größe etwas zugenommen hat. Umgekehrt setzt die Ermüdung in erster Linie die Hubgröße herab, erst später die Zahl. Der Einfluss der Nahrungsaufnahme wirkt auf die Hubgröße begünstigend, auf die Hubzahl dagegen ungünstig. Das Coffein sahen wir entschieden die Hubbewegungen vergrößern, während wir dem Theeöl eine Verminderung der Hubzahl zuschreiben mussten. Endlich aber haben wir die Beobachtung gemacht, dass Hubzahl und Hubgröße in gewissem Sinne persönliche Eigenthümlichkeiten darstellen. Bei Hi. konnten wir die Neigung bemerken, überall zahlreiche Hebungen von geringerem Umfange auszuführen, während sich R. gerade umgekehrt durch seine ausgiebigen, aber weniger zahlreichen Hebungen von den übrigen Personen unterschied. Ganz dieselbe Beobachtung hat schon Mosso gemacht. Von den gleich im Anfange seiner Arbeit[1]) wiedergegebenen Curven zeigt diejenige Maggioras geringe, diejenige Aduccos bedeutende durchschnittliche Hubgrößen in sehr ausgeprägter Weise.

Angesichts dieser Thatsachen entsteht die Frage, ob nicht diese gegenseitige Unabhängigkeit von Hubzahl und Hubgröße in den Entstehungsbedingungen der Muskelbewegung eine gewisse Erklärung findet. Von jeher haben die Forscher, welche sich mit dem Ergographen beschäftigt haben, ihr Augenmerk auf zwei verschiedene Gebiete gerichtet, welche an dem Vorgange der Willenshandlung betheiligt sind, auf die Auslösung des Antriebes einerseits, die Zusammenziehung des Muskels andererseits. Beide Vorgänge sind in derselben Weise von einander abhängig wie Arbeiter und

---

1) A. a. O. S. 97.

Werkzeug. Ohne Arbeiter ruht das Werkzeug; ohne Werkzeug ist der Wille des Arbeiters machtlos. Veränderungen im Ablaufe der Ergographencurve können daher durch Beeinflussung des einen oder des anderen dieser Gebiete oder beider zusammen hervorgerufen werden. So wissen wir, dass Gemüthsbewegungen, gewisse Geistesstörungen, der Alkohol auf die Auslösung der Bewegungsantriebe hemmend oder fördernd einwirken, während die verschiedenartigsten Zustände des Muskels natürlich den Ablauf der Muskelzuzusammenziehung selber entscheidend verändern können. Um diese Verhältnisse zu klären und den Antheil festzustellen, welcher dem centralen Vorgange einerseits, dem Muskel andererseits an der Gestaltung der Ermüdungscurve zukommt, sind bekanntlich von Mosso und seinen Nachfolgern vergleichende Untersuchungen über die Muskelermüdung bei unmittelbarer elektrischer Reizung und bei willkürlichem Antriebe des Muskels angestellt worden. Dieselben haben im allgemeinen ergeben, dass die Hubgrößen bei elektrischer Muskelreizung meist ganz gleichmäßig abnehmen, während bei Auslösung der Bewegung durch den Willen die Abnahme der einzelnen Hebungen zuerst langsamer, späterhin aber schneller zu erfolgen pflegt[1]). Dabei ist allerdings zu bemerken, dass ein wirklich zuverlässiger Vergleich dieser beiden Fälle bisher nicht möglich ist, weil wir außer Stande sind, das Verhältniss der angewandten Reizstärken gegen einander abzuschätzen.

Außerdem aber stellte sich heraus, dass es nach vollständiger Erschöpfung der willkürlichen Bewegungen möglich ist, durch den elektrischen Reiz noch eine Reihe von Muskelzusammenziehungen zu erzielen. Umgekehrt vermochte man durch Willensanstrengung noch Bewegungen auszulösen, nachdem der Muskel für den elektrischen Reiz bereits unempfindlich geworden war. Endlich konnten beim Einschieben kurzer Pausen auch dann eine Reihe von Ermüdungscurven hintereinander gezeichnet werden, wenn während der Pausen der Muskel fortdauernd in gleichem Takte elektrisch gereizt wurde und arbeitete. Diese Erfahrungen sprechen sehr für die Anschauung, dass die Abnahme der Muskelarbeit in der Ermüdungscurve wesentlich oder ausschließlich durch centrale

1) Mosso, Die Ermüdung, S. 100 ff.

Ermüdung bedingt werde. In der That würde diese Annahme alle vorgetragenen Beobachtungen sehr einfach erklären. Wenn die Ermüdung sich zunächst im Centralorgane geltend macht, so ist es ohne weiteres verständlich, dass nach dem Erlöschen der Anregbarkeit durch den Willen der Muskel gleichwohl noch elektrisch in Thätigkeit versetzt werden kann. Die entgegengesetzte Erscheinung würde dann aus dem Umstande zu erklären sein, dass der Willensreiz in jedem Falle weit stärker auf den Muskel einwirkt, als die am Lebenden verfügbaren elektrischen Reize. Jener vermag daher noch eine Bewegung auszulösen, trotzdem die Erregbarkeit des Muskels verschwunden zu sein scheint. Bei dem letzten Versuche sehen wir geradezu rasche Erschöpfung und Erholung des Willensreizes vor uns gegenüber dem gleichmäßigen Fortarbeiten des Muskels.

Gewisse Schwierigkeiten für die Erklärung liegen unseres Erachtens nur in der Thatsache, dass eine derartige Ermüdbarkeit, wie sie hier dem Centralorgane zugeschrieben werden muss, auf keinem anderen Gebiete unseres Seelenlebens beobachtet wird. Bei den Ergographenversuchen sehen wir im Zeitraum von etwa einer Minute die Ermüdung bis zur völligen Arbeitsunfähigkeit fortschreiten. Ueberaus rasch tritt dann allerdings auch die Erholung ein, so dass nach 10 Minuten die Lähmung zum allergrößten Theile wieder verschwunden ist. Beide Erscheinungen stehen mit unseren sonstigen Erfahrungen über psychische Ermüdbarkeit in vollstem Widerspruch. Es muss indessen die Möglichkeit ohne weiteres zugegeben werden, dass sich die motorischen Centralorgane in dieser Beziehung wesentlich anders verhalten, als die Träger der übrigen psychischen Verrichtungen. Ja, es ist die von Lombard vertheidigte Anschauung zunächst nicht auszuschließen, dass wir die Ermüdungserscheinungen der Ergographencurve etwa in eine Zwischenstation, in die großen Ganglienzellen des Rückenmarkes, zu verlegen haben.

Es unterliegt jedoch keinem Zweifel, dass mit dem Aufhören der Hebungen am Ende der Curve eine wirkliche Ermüdungslähmung auch im Centralorgane keineswegs eingetreten ist. Dafür würde unter anderem schon die klinische Erfahrung sprechen, dass die Muskeln bei Hirnrindenkrämpfen nicht selten unvergleichlich

viel länger von den motorischen Centren aus zu kräftigen tonischen oder klonischen Zusammenziehungen gebracht werden. Freilich wissen wir nicht, ob sich ein solcher Vorgang in denselben Gebieten abspielt wie die Auslösung des Willensantriebes. Dagegen hat Koch darauf hingewiesen, dass es am Schlusse einer Curve regelmäßig möglich ist, durch eine besonders starke Willensanstrengung noch eine kleine Reihe von Hebungen zu erzielen. Dem entspricht auch durchaus die Erfahrung des täglichen Lebens, die uns lehrt, dass durch psychische Einflüsse, besonders Gemüthsbewegungen, rasch die Müdigkeit aus den Gliedern verscheucht und der Wille zu Leistungen angespornt werden kann, die vorher unmöglich erschienen. Diese Thatsachen scheinen uns mit großer Wahrscheinlichkeit dafür zu sprechen, dass wir es beim Versagen der Hebungen am Schlusse der Ergographencurve nicht mit einer wirklichen Lähmung, sondern mit Hemmungswirkungen zu thun haben, welche die Muskelermüdung auf die Auslösung der Willensantriebe ausübt. Diese Annahme würde es begreiflich machen, dass einerseits die Bewegungen bereits stocken, bevor der Muskel wirklich leistungsunfähig geworden ist, und dass andererseits eine kräftige Anspannung des Willens immer von Neuem wieder einige Hebungen zu erzielen vermag. Die Möglichkeit einer Erregung durch den Willen nach Erlöschen der elektrischen Reizbarkeit würde sich auch hier einfach durch die weit schwächeren Wirkungen des letztgenannten Reizes erklären.

Wenn wir aber die Ermüdungscurve nach Pausen immer wieder ansteigen sehen, trotzdem der Muskel inzwischen durch schwache elektrische Reize in regelmäßiger Thätigkeit erhalten worden war, so beweist das nur, dass auch der Willensreiz ermüdet und durch Erholung sich verstärkt. Die Abnahme der Muskelarbeit ist dabei aus der Verkleinerung der Hebungen auf den gleichen elektrischen Reiz deutlich erkennbar. Mosso hat mit Hülfe seines Ponometers nachgewiesen, dass der Willensreiz im Verlaufe einer Ermüdungscurve allmählich immer mehr anwächst, also immer stärkere Widerstände zu überwinden hat. Dem entspricht ganz genau die Empfindung der gesteigerten Anstrengung und die Entstehung von allerlei Mitbewegungen, die sich immer weiter ausbreiten. Diese Erfahrungen müssen nach Vergleichsversuchen mit unmittelbarer

Muskelreizung bestimmt auf eine wachsende Erschwerung der centralen Auslösung des Willensantriebes bezogen werden. Sie scheinen uns geradezu auf die vorhin entwickelte Annahme einer Reflexhemmung hinzuweisen. Dazu kommt aber, dass uns in unserem Organismus eine große Anzahl ähnlicher Reflexhemmungen bereits bekannt ist. Vor allem sei hier an die bewegungshemmende Wirkung des Schmerzes erinnert. Wir sind in der Regel trotz Fehlens jedes mechanischen Hindernisses nicht im Stande, ein stark schmerzendes Glied frei zu bewegen, weil die Furcht vor dem Schmerze und noch mehr dieser letztere selbst die Bewegungsantriebe unterdrückt. Dabei pflegt uns der wahre Grund, warum wir das Glied nicht bewegen »können«, durchaus nicht immer klar zum Bewusstsein zu kommen. Dieses Beispiel ist vielleicht deswegen um so einleuchtender, weil bei starker Muskelermüdung wirklich auch Schmerz zu entstehen pflegt.

Offenbar handelt es sich hier um eine Schutzvorrichtung gegen die Schädigung leidender Theile. Man kann dabei etwa an die Beeinflussung der sensiblen Muskelnerven durch giftige Zerfallsstoffe denken, die durch die Muskelarbeit sich rasch in größeren Mengen anhäufen. Dafür würde namentlich auch das rasche Verschwinden des Ermüdungsgefühles bei kurzer Ruhe sprechen; mit der Fortschaffung jener Stoffe aus dem Muskel durch den Blutkreislauf wäre eben die Ursache des Müdigkeitsgefühles beseitigt. Wie Maggiora gezeigt hat, genügt eine Pause von etwa 10 Secunden zwischen je zwei Hebungen, um das Entstehen der Muskelermüdung dauernd oder doch für sehr lange Zeit hintanzuhalten. Dagegen würde natürlich der Ersatz der verbrauchten Kräfte weit längere Zeit in Anspruch nehmen, als das Schwinden der Müdigkeit. Erst dann, wenn allmählich der Kraftvorrath des Muskels stärker abnimmt, übt die einfache Blutdurchspülung desselben nicht mehr volle Wirkung. Die Leistungsfähigkeit zeigt nunmehr nicht nur eine vorübergehende, sondern eine dauernde Abnahme. Dieser Vorgang aber vollzieht sich auf ganz ähnliche Weise wie die Ermüdung des Gehirns; andererseits sehen wir auch bei dieser letzteren stets jene mehr oder weniger regelmäßigen Schwankungen der Leistung sich einstellen, die schon seit so langer Zeit die Aufmerksamkeit der Forscher auf sich gezogen haben.

Eine ähnliche Schutzvorrichtung auf dem Gebiete der geistigen Arbeit ist die Müdigkeit, die sich im allgemeinen dann einstellt, wenn die Gefahr einer Erschöpfung des Nervengewebes durch zu lange fortgesetzte Arbeit nahe liegt. Die Müdigkeit wirkt ebenfalls lähmend auf alle weiteren Arbeitsantriebe; sie thut es auch dann, wenn von einer wirklichen Ermüdung keine Rede ist, sondern die Müdigkeit nur durch ganz andersartige Ursachen, Einförmigkeit der Thätigkeit, Einreden und dergleichen hervorgerufen wurde. Allein wir sind im Stande, die Müdigkeit zu überwinden, auch wenn sie ein zuverlässiges Zeichen der Ermüdung ist, nun allerdings nur auf Kosten unseres Nervengewebes.

Aus diesen Erörterungen würde sich der Schluss ableiten lassen, dass der Ablauf der Ermüdungscurve doch nicht allein durch die Zustände des Nervengewebes, sondern sehr wesentlich auch durch das Verhalten des Muskels bestimmt wird. Zu dem gleichen Schlusse ist in der That auch bereits Mosso gekommen. Wir werden annehmen dürfen, dass die Antriebe kraftlos werden, sobald das Nervengewebe leistungsunfähig geworden ist. Andererseits aber vermag der Muskel dem Antriebe nicht mehr zu folgen, wenn er mit Zerfallsstoffen durchtränkt oder wenn sein Kraftvorrath erschöpft ist. Im ersteren Falle werden wir erwarten müssen, dass auch bei leistungsfähigem Muskel kein Ansatz zu einer Bewegung mehr zu Stande kommt; im letzteren dagegen wird dem vollständigen Versagen eine Reihe von Bewegungsanläufen vorangehen, die aber theils wegen der wachsenden Unfähigkeit des Muskels, theils wegen der oben besprochenen Reflexhemmung immer früher nach ihrem Beginne bereits unterdrückt werden. In der That zeigt die von Mosso abgebildete Ermüdungscurve des elektrisch gereizten Muskels genau das erwartete Verhalten.

In Wirklichkeit werden ohne Zweifel beide Vorgänge, die centrale und die Muskelermüdung, stets neben einander her verlaufen und gemeinsam den Ausfall des Versuches bestimmen. Dennoch kann, wie uns scheint, bald der eine, bald der andere den Gang der Curve in höherem Maße beeinflussen. Beim Ueberwiegen der centralen Ermüdung werden wir das Werkzeug bis zum Schlusse leidlich gut arbeiten sehen. Die einzelnen Hebungen werden verhältnissmäßig kräftig ausfallen, so lange überhaupt noch ein Antrieb

zum Muskel gelangt. Die Folge davon ist ein ziemlich plötzliches Abschneiden der Curve und damit eine Vergrößerung der durchschnittlichen Hubhöhe. Umgekehrt wird bei vorzeitiger Ermüdung des Muskels die Curve sich derjenigen des elektrisch gereizten Muskels nähern. Die Antriebe werden noch kräftig zum Werkzeuge gelangen, aber dasselbe gehorcht immer weniger; die Hebungen nehmen ganz regelmäßig ab, bis der Arbeiter mit dem vollständigen Erlahmen des Muskels seine Anstrengungen aufgibt. Die Hubzahl wird dabei wegen der vielen kleinen Hebungen eine verhältnissmäßig große. Die Gipfel der Hebungen bilden im ersteren Falle eine Anfangs langsam, dann rasch abfallende Curve, im letzteren dagegen eine im spitzen Winkel die Grundlinie schneidende Gerade. Die S. 470 wiedergegebenen Curven von R. zeigen diese beiden Formen, auf die von Mosso sehr vielfach hingewiesen worden ist.

Wenn diese Ausführungen richtig sind, so würden wir in dem Verhältnisse zwischen Hubgröße und Hubzahl gewisse Anhaltspunkte für die Beantwortung der Frage besitzen, ob im einzelnen Falle die centrale oder die Muskelermüdung mehr in den Vordergrund tritt. Steigerung der Hubgröße würde im ersteren, Zunahme der Hubzahl dagegen im letzteren Sinne zu verwerthen sein. Diese Folgerung deckt sich in der That mit unseren sonstigen Erfahrungen in befriedigender Weise. Zunächst haben wir früher die Beobachtung gemacht, dass Verschiedenheiten der Arbeitsdisposition sich weit mehr in Veränderungen der Hubzahl als der Hubgröße bemerkbar machten. Das ist verständlich, da wir sicher annehmen dürfen, dass jene Schwankungen in höherem Grade unser Nervensystem, als unsere Muskeln beeinflussen. Weiterhin aber konnten wir darthun, dass die Dispositionsänderungen im Laufe des Tages sich auf den beiden hier besprochenen Gebieten in verschiedener Weise zu vollziehen pflegen. Die Hubzahl sahen wir den Gesetzen folgen, welche auch sonst für die Wandlungen der psychischen Disposition während des Tages aufgefunden werden konnten; die Größe der einzelnen Muskelbewegung dagegen wurde vor allem oder allein bestimmt durch die Nahrungsaufnahme. Auch dieses Verhalten erklärt sich sehr einfach, wenn die Hubgröße in erster Linie durch die Zustände des Muskels, die Hubzahl dagegen durch die Erregungen der nervösen Centralorgane beeinflusst wird.

Wir wissen, dass nach den Hauptmahlzeiten durch die stärkere Füllung der Bauchgefäße eine leichte Hirnanämie entsteht, die uns zu geistiger Arbeit unlustig und träge macht. Die Willensantriebe erlahmen daher zu diesen Stunden leichter; die Hubzahlen nehmen ab. Wenn wir aber gleichwohl eine Steigerung der Arbeitsleistung, ein Anwachsen der Hubgrößen dabei eintreten sehen, so kann diese Wirkung schwerlich ihren Sitz im Nervensystem haben, sondern muss mit größter Wahrscheinlichkeit in das Muskelgewebe selbst verlegt werden. Auch Maggiora kommt zu dem Schlusse, dass die lähmende Wirkung des Fastens und die Erholung durch die Nahrungsaufnahme vorwiegend in den Muskeln sich abspiele.

Diese letzten Auseinandersetzungen dürften uns auch den Weg zum Verständnisse der Coffeïnwirkung eröffnen. Kraepelin war durch seine Untersuchungen auf psychischem Gebiete zu dem Ergebnisse gelangt, dass die Wirkung des Thees auf die Muskelkraft nicht in einer Steigerung der Bewegungsantriebe, sondern auf einer unmittelbaren Erleichterung der Muskelzusammenziehung beruhen müsse. Mit diesem Ergebnisse steht die Thatsache recht gut im Einklang, dass eine directe Einwirkung des Coffeïns auf die Muskelsubstanz mit Steigerung der Arbeitsleistung wiederholt sicher nachgewiesen wurde. Trotzdem hat Koch geglaubt, aus seinen Versuchen die Hauptwirkung des Coffeïns in das Centralnervensystem verlegen zu müssen, weil in diesem hauptsächlich die Bedingungen gelegen seien, welche den Verlauf der Ermüdungscurve beherrschen. Freilich scheinen auch ihm einige Eigenthümlichkeiten der Coffeïncurve auf eine Betheiligung der Muskeln hinzudeuten.

Unsere eigenen Erfahrungen dürften kaum einen Zweifel darüber lassen, dass die Beeinflussung der Ergographencurve durch das Coffeïn sich wesentlich oder ausschließlich im Muskel selbst abspielt. Bei unseren sämmtlichen Versuchspersonen hat sich, wo überhaupt eine Coffeïnwirkung nachweisbar war, mit Bestimmtheit ergeben, dass durch jenes Mittel vor allem die Hubgröße gesteigert wird, während die Hubzahl gar nicht oder doch nur in sehr geringem Maße verändert wurde. Gerade diese Wirkung haben wir oben als das Anzeichen einer gesteigerten Leistungsfähigkeit des Muskels selbst erkannt. Die Uebereinstimmung des hier abgeleiteten Ergebnisses mit Kraepelin's aus ganz andersartigen Versuchen

gewonnenen Schlüssen dürfte dafür sprechen, nicht nur dass unsere Auffassung der Coffeïnwirkung stichhaltig ist, sondern auch, dass die Steigerung der Hubgröße thatsächlich ein Urtheil über den Zustand des Muskelgewebes ermöglicht.

Ob bei den Ergographenversuchen außer der Wirkung auf den Muskel etwa noch eine Erleichterung der Auslösung von Bewegungsantrieben stattgefunden habe, lässt sich auf Grund des vorliegenden Materials nicht entscheiden. Irgend ein Grund für diese Annahme liegt nicht vor. Kraepelin glaubt sich im Hinblicke auf die Ergebnisse der Wahlversuche zu dem Schlusse berechtigt, dass durch das Coffeïn die Umsetzung centraler Erregungszustände in Bewegungsantriebe nicht erleichtert werde. Ja, er fand, dass der Thee sogar jenen Vorgang eher erschwert. Dem gegenüber wäre vielleicht auf die Aussagen von J. und Ho. hinzuweisen, die nach Coffeïngenuss subjectiv eine gewisse Erleichterung der Hebungen deutlich empfanden. Es ist indessen verständlich, dass auch die erhöhte Leistungsfähigkeit des Muskels sich den Versuchspersonen in dieser Weise bemerklich machen konnte. Wir dürfen um so eher eine derartige Deutung der Selbstbeobachtung hinnehmen, als jedes andere Zeichen einer Steigerung der centralen motorischen Erregbarkeit, wie wir sie aus dem Alkoholrausche so genau kennen, jede Spur von Bewegungsdrang, bei diesen Versuchen durchaus vermisst wurde.

Dagegen werden wir von der Wirkung des zweiten Theebestandtheils, des Theeöls, ein wesentlich anderes Bild gewinnen. Hier wurde nicht die Größe, sondern die Zahl der Hubbewegungen beeinflusst und zwar in entgegengesetztem Sinne als durch das Coffeïn. Diese Wirkung dürften wir demnach als eine centrale aufzufassen haben, als eine Lähmung auf motorischem Gebiete, eine Erschwerung der Auslösung von Bewegungsantrieben.

Die Ergänzung, welche unsere bisherigen Erörterungen durch diese Schlussfolgerung erfahren, ist überraschend. Die leichte Erschwerung der centralen motorischen Vorgänge, die Kraepelin dem Thee zugeschrieben hatte, fehlte uns in der Coffeïnwirkung; hier aber finden wir sie wieder als Wirkung des Theeöls. Durch diese völlig unvermuthete Lösung wird eine Uebereinstimmung jener früheren mit den vorliegenden Erfahrungen hergestellt, die

unser Vertrauen in die Zuverlässigkeit der gewonnenen Erkenntniss zu stärken geeignet ist.

Die Wirkungen endlich, die sich für beide hier untersuchte Stoffe aus den Rechenversuchen ableiten lassen, weichen von den Erfahrungen am Ergographen erheblich ab, ohne indessen mit ihnen irgendwie in Widerspruch zu treten. Es kann nicht zweifelhaft sein, dass dem Coffeïn eine Erleichterung der Rechenarbeit zugeschrieben werden muss. Zu dem gleichen Ergebnisse hatten früher Dehio's und Kraepelin's Versuche mit Thee geführt. Das Coffeïn übt demnach außer seiner Wirkung auf das Muskelgewebe noch einen anderen, davon gänzlich verschiedenen Einfluss auf die Hirnrinde aus, wie er eben in der Erleichterung des Rechnens zu Tage tritt. Ganz dieselbe Wirkung aber, nur in schwächerem Maße, scheint auch dem Theeöl zuzukommen. Dieses also beeinflusst zwar den Muskel gar nicht, dagegen die Hirnrinde in doppelter Weise, durch Erleichterung der eingeübten Associationen des Addirens und durch Erschwerung der Auslösung von Bewegungsantrieben.

Der Gegensatz der Wirkungen, der uns hier beim Theeöl begegnet, ist uns aus anderen Erfahrungen sehr geläufig. Er hat sich bis jetzt bei fast allen in ihren psychischen Wirkungen genauer untersuchten Giften wiedergefunden, so dass bereits der Gedanke erwogen werden konnte, ob es sich bei diesem Gegensatze nicht vielleicht um eine tiefer begründete Gesetzmäßigkeit handele. Das ist der Grund, weshalb wir es in unserem Falle zunächst für das bei weitem Wahrscheinlichste halten müssen, dass beide Wirkungen in den höchsten Gebieten unseres Nervensystems ihren Angriffspunkt haben. Soweit bis jetzt erkennbar, würde demnach das Theeöl für sich allein im Stande sein, diejenigen psychischen Wirkungen hervorzubringen, welche Kraepelin in seiner graphischen Darstellung dem Thee zugeschrieben hat. Das Coffeïn dagegen würde einerseits die anregende Wirkung des Theeöls wesentlich verstärken, im Uebrigen aber namentlich auf die Muskeln Einfluss üben, was auf jener Darstellung nicht mit berücksichtigt werden konnte. Das Theeöl allein würde sich als ein mildestes Narkoticum darstellen, welches in seiner Wirkung ungefähr dem Morphium ähnelt, eine Aehnlichkeit, die wohl auch den Erfahrungen entspricht.

Auch die eigenartige, leichte Euphorie, welche der Theegenuss erzeugt, ist auf das Theeöl zurückzuführen; sie wurde beim Versuche deutlich als »Erheiterung« empfunden. Vielleicht würde sie sich aus den psychischen Wirkungen des Theeöls ungezwungen ableiten lassen. Es ist gewiss nicht nur die Erleichterung des Gedankenganges, die uns den Theegenuss angenehm macht. Vielmehr dürfte die Beruhigung auf motorischem Gebiete, welche das Theeöl anscheinend zu erzeugen vermag, ebenfalls einen wichtigen Antheil an der Behaglichkeit haben, die wir am Theetische empfinden.

Wir verstehen jetzt vollständig, dass der Thee nicht durch das Coffeïn allein ersetzt werden kann. Daraus erklärt sich auch die häufig so gänzlich verschiedene Wirkung, welche wir praktisch unsere beiden coffeïnhaltigen Getränke, den Thee und den Kaffee, ausüben sehen. Offenbar ist die Wirkung der in ihnen neben dem Coffeïn enthaltenen Stoffe keine gleichartige. Ja, wir können kaum daran zweifeln, dass die Empfindlichkeit gerade für diese Nebenwirkungen persönlich außerordentlich verschieden ist. Für das Coffeïn selbst zeigen unsere eigenen Versuche solche Verschiedenheiten in höchst störender Weise. Nach den Erfahrungen des täglichen Lebens zu schließen, sind sie für das Theeöl und die entsprechenden Bestandtheile des Kaffees noch viel größere. Jedenfalls kann nur dieser Umstand es erklären, warum hier der Kaffee, dort der Thee auffallend schlecht vertragen wird und die stürmischsten Erscheinungen hervorzurufen vermag. In solchen Fällen trägt zweifellos nicht das beiden Getränken gemeinsame Coffeïn die Schuld, sondern es sind eben jene anderen Bestandtheile, deren einen wir im Theeöl näher studirt haben.

Endlich aber liefern uns diese Erfahrungen die leitenden Gesichtspunkte für die praktische Verwendung des Thees und Coffeïns. Ueberall dort, wo wir die zugleich anregende und beruhigende Wirkung herbeizuführen wünschen, die den Thee zum Familiengetränk gemacht hat, werden wir das Coffeïn nicht als vollwerthigen Ersatz des Thees betrachten dürfen, auch dann nicht, wenn wir die möglicherweise vorhandene Wirkung des warmen Getränkes als solchen durch eine ähnliche Darreichungsart mit heranziehen wollten. Es ist daher selbstverständlich, dass wir gewiss nicht dahin kommen können, etwa allgemein den Thee durch Coffeïnlösungen zu

ersetzen. Selbst wenn wir von dem Wohlgeschmack absehen wollten, der ebenfalls die Stellung des Thees als Genussmittel sichert, ist eben seine psychische Wirkung durch diejenige seines Coffeïngehaltes nicht erschöpft.

Ganz anders aber liegt die Sache, sobald wir den Thee nicht als Genussmittel, sondern als einen Stoff betrachten, der unsere Muskelkraft zu erhöhen im Stande ist. Diese Eigenschaft knüpft sich ausschließlich an seinen Coffeïngehalt. Wollen wir also in besonderer Lebenslage uns auf eine Anzahl von Stunden tüchtig machen, starke Muskelleistungen zu vollbringen, so werden wir im Coffeïn ein Mittel zur Hand haben, welches nicht nur in hohem Grade jenen Anforderungen entspricht, sondern in jeder Beziehung zweckmäßiger ist, als der Thee. Wir können das Mittel leicht bei uns führen; es ist jeden Augenblick anwendbar und bedarf keiner umständlichen Zubereitung. Die für den einzelnen Fall erforderlichen Gaben können genau abgetheilt werden, und endlich ist der Preis des Coffeïns so gering, dass auch seiner Verwendung in großem Maßstabe, z. B. im Kriege, kaum Hindernisse nach dieser Richtung hin im Wege stünden. Selbstverständlich könnte eine derartige Anwendung des Coffeïns immer nur eine einmalige, vorübergehende sein. Wir haben es hier unzweifelhaft mit einem Gifte zu thun. Freilich wird dasselbe in ungemessenen Mengen von der Menschheit genossen, in weit größerem Umfange wohl, als selbst der Alkohol. Dennoch wissen wir verhältnissmäßig wenig über die schädlichen Folgen gewohnheitsmäßigen Coffeïnmissbrauches. Was wir aber davon wissen, steht mit unseren bisherigen Kenntnissen über die Wirkungen des Mittels ziemlich im Einklange. Namentlich das Muskelzittern, vielleicht auch zum Theile das Herzklopfen, ließe sich wohl aus der Wirkung des Coffeïns auf die Muskeln erklären. Ob auch die Schlaflosigkeit hauptsächlich auf das Coffeïn zurückgeführt werden muss, die wir nach dem Genusse von starkem Kaffee oder Thee so häufig auftreten sehen, ist wohl nicht ganz sicher. Vielmehr deutet die schon erwähnte Erfahrung, dass große Unterschiede in der Wirkung beider Getränke bei demselben Menschen bestehen, mehr auf die übrigen Bestandtheile hin, für den Thee insbesondere auf die ätherischen Oele.

Nach diesen kurzen Ausblicken auf die praktischen Folgerungen, die sich aus unseren Versuchsergebnissen ableiten lassen, sei es uns zum Schlusse gestattet, noch einer Erfahrung zu gedenken, welche uns diese Arbeit gewissermaßen als zufälligen Befund geliefert hat. Wir meinen die Thatsache, dass bei unseren Versuchspersonen eine bestimmte Beziehung zwischen Uebungsfähigkeit und Ermüdbarkeit zu bestehen schien. Es ist natürlich nicht möglich, aus den wenigen vorliegenden Beobachtungen allzu weit gehende Schlüsse zu ziehen. Immerhin aber scheint uns die Regelmäßigkeit, mit welcher sich die Reihenfolge der Personen bei der Feststellung der Uebungsfähigkeit und der Ermüdbarkeit wiederholte, in hohem Grade beachtenswerth. Jedenfalls wird dadurch der Gedanke nahe gelegt, dass beide Eigenschaften vielleicht nur Erscheinungsformen einer allgemeinen Grundeigenschaft der psychophysischen Persönlichkeit darstellen. In der That lassen beide auf eine größere oder geringere Eindrucksfähigkeit unseres Nervengewebes schließen. Je leichter das Gleichgewicht der Kräfte in diesem letzteren gestört wird, desto stärker wird dasselbe im allgemeinen durch äußere Reize beeinflusst werden, desto leichter werden also auch jene dauernden Spuren zu Stande kommen, die wir als die Grundlage des Uebungsvorganges zu betrachten gewohnt sind. Andererseits aber wird eine große Eindrucksfähigkeit naturgemäß auch mit einer größeren Lebhaftigkeit des Stoffumsatzes im Nervengewebe und daher mit einem rascheren Verbrauche der verfügbaren Kräfte einhergehen. Unter diesem Gesichtspunkte würde es recht begreiflich sein, wenn wirklich allgemein dem Grade der Uebungsfähigkeit auch derjenige der Ermüdbarkeit entsprechen würde. Die Tragweite einer derartigen Beziehung, auch wenn dieselbe im Einzelnen erhebliche Einschränkungen erfahren würde, wäre eine ganz außerordentliche. Die verwickelten Thatsachen der Uebung und Ermüdung würden sich in die gleichen allgemeinen Gesetze zusammenfassen lassen; unser Verständniss der psychischen Persönlichkeit würde ganz ungemein erleichtert. Zugleich würde die psychologische Zergliederung des einzelnen Menschen, deren Schwierigkeiten fast unüberwindlich erscheinen, in hohem Maße vereinfacht. Namentlich die Beurtheilung des heranwachsenden Geschlechtes würde von der Feststellung sicherer Beziehungen zwischen Uebungsfähigkeit und Ermüdbarkeit

die allergrößten Vortheile ziehen. Wir sind heute gewöhnt, die geistige Begabung und besonders die Leistungsfähigkeit sehr übungsfähiger Kinder weit zu überschätzen. Wissen wir erst, dass große Uebungsfähigkeit nur ein Ausdruck geringer Festigkeit unseres Nervengewebes ist und sich zugleich gewöhnlich mit großer Ermüdbarkeit verbindet, so werden wir vor dem Irrthume bewahrt, die rasch lernenden Kinder schon deswegen für verstandeskräftig zu halten, nachdem doch die Verstandesbegabung unzweifelhaft von ganz anderen Eigenschaften abhängt. Wir werden aber auch uns hüten, jene Kinder, die in kurzer Zeit erstaunliche Fortschritte zeigen, darum für besonders arbeitsfähig anzusehen; vielmehr werden wir uns immer der fatalen Mitgift erinnern, welche die große Uebungsfähigkeit zu begleiten und ihr einen erheblichen Theil ihres Werthes zu entreißen pflegt, der großen Ermüdbarkeit. Dem Kinde wird auf diese Weise mancher ungerechte Tadel, manche schädliche Ueberanstrengung erspart werden, dem Erzieher so manche Enttäuschung.

Schlusssätze.

1. In der Ergographencurve wird die Hubzahl mehr durch den Zustand des Nervengewebes, die Hubgröße mehr durch denjenigen des Muskels beeinflusst.

2. Die psychische Disposition wie die Uebung verändert namentlich die Hubzahl, die Muskelermüdung und die Nahrungsaufnahme mehr die Hubgröße.

3. Die Beziehungen zwischen Hubzahl und Hubgröße sind der Ausdruck persönlicher Eigenthümlichkeiten.

4. Uebungsfähigkeit und Ermüdbarkeit stehen in nahen Abhängigkeitsbeziehungen von einander; sie sind wahrscheinlich der Ausfluss einer gemeinsamen Ursache, einer allgemeinen Eigenschaft unseres Nervengewebes.

5. Die Anregung im Sinne Amberg's hat einen wesentlichen Antheil an der Gestaltung unserer Tagesdisposition.

6. Die Schwankungen der Leistungsfähigkeit im Laufe des Tages sind andere für den Muskel, als für das centrale Nervensystem.

7. Das Versagen der Muskelleistung am Schlusse der Ermüdungscurve ist die Folge einer Reflexhemmung durch die bei der Muskelarbeit gebildeten Zerfallsstoffe.

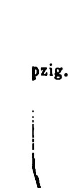
8. Das Coffeïn bewirkt eine erhebliche Steigerung der Muskelarbeit, die mit einer Zunahme der Hubgröße einhergeht und auf eine unmittelbare Beeinflussung des Muskelgewebes zu beziehen ist.

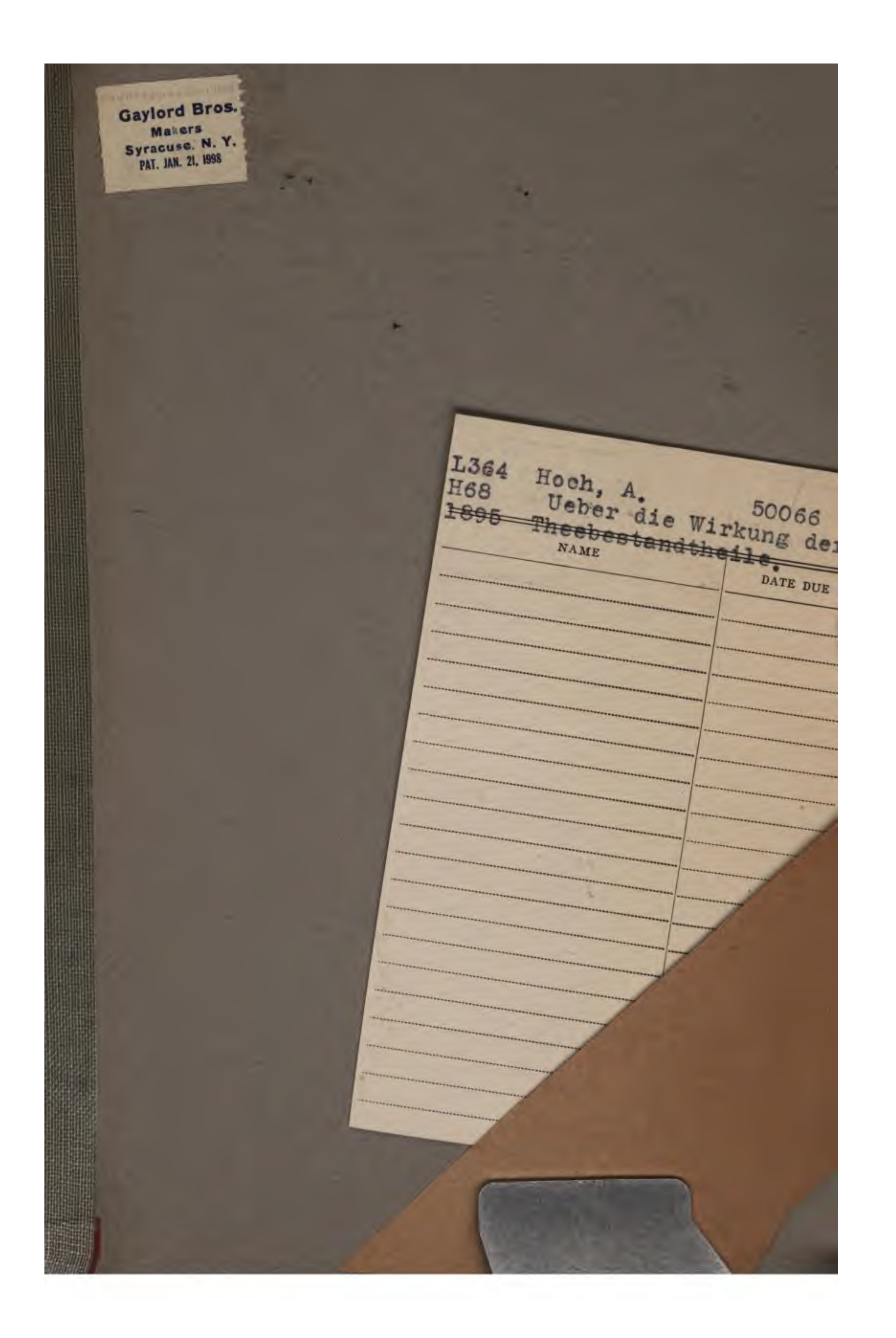
9. Der Ablauf gewohnheitsmäßiger Associationen wird durch das Coffeïn erleichtert.

10. Die Wirkung des Paraguaythees beruht wesentlich auf seinem Coffeïngehalt.

11. Die ätherischen Oele des Thees erzeugen eine Erleichterung der associativen Vorgänge und eine mäßige Erschwerung in der centralen Auslösung von Bewegungsantrieben. Auf diesen Wirkungen beruht wahrscheinlich die Euphorie nach Theegenuss.

pzig.




Gaylord Bros.
Makers
Syracuse, N. Y.
PAT. JAN. 21, 1908
L364 Hoch, A.
H68 Ueber die Wirkung der
1895 Theebestandtheile.
50066
NAME
DATE DUE

